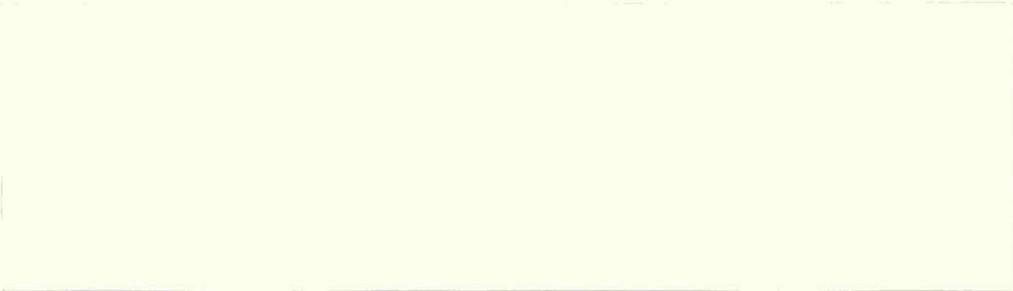


6233-05-23



RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX

**ABITIBI-
TÉMISCAMINGUE**



**WA
689
P657
1995**

INSPQ - Montréal



3 5567 00001 0055

WA
689
P657
1995

RÉGIE RÉGIONALE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX
DE L'ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

**LA CONTAMINATION BACTÉRIOLOGIQUE
DES PUIITS DOMESTIQUES
EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE**

Institut national de santé publique du Québec
4835, avenue Christophe-Colomb, bureau 200
Montréal (Québec) H2J 3G8
Tél.: (514) 597-0606

Louis-Marie Poissant, M. Sc.

Direction régionale de la santé publique
Module santé environnementale

Novembre 1995
Rouyn-Noranda
LMP/jm/at/dj

Library of the National Assembly
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
100, rue de la Montagne, Québec, Québec
G1R 2D1 (Québec) Tél. 318-2222

ISBN : 2-89391-079-3

**DEPOT LEGAL - 4e trimestre 1995
BIBLIOTHEQUE NATIONALE QUÉBEC
BIBLIOTHEQUE NATIONALE CANADA**

Prix : 12,00 \$ + frais de manutention

REMERCIEMENTS

Une telle étude n'aurait pas été possible sans l'apport de nombreuses personnes. Nous tenons à remercier particulièrement les personnes suivantes, en plus des personnes dont le puits a été échantillonné.

De la Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue :
Gérald Létourneau, André Bélanger, Sylvie Bellot, Nicole Bouchard, Georges Bourdouxhe, Pauline Clermont, Daniel Gagné, l'équipe de terrain et échantillonnage : Daniel Guertin, Luc Lefebvre et Stéphane Bourdouxhe.

Du Comité de Santé environnementale : Pierre Gosselin;

Du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec : André Langlois;

Du Ministère de l'Environnement et de la Faune : Francine Audet, Christine Barthes, Nicole Brassard, Renald McCormack, Daniel Paradis, Edith Van der Waal;

De la Régie régionale de la santé et des services sociaux Gaspésie/Ile-de-la-Madeleine :
Marie Chagnon;

De Santé et Bien-être social Canada: Will J. Robertson;

Pour le recrutement de propriétaires de puits et/ou l'estimation du nombre de puits : tous les inspecteurs ou secrétaires municipaux des municipalités de l'Abitibi-Témiscamingue.

Des remerciements particuliers vont à Jocelyne Marcotte, Annie Tremblay et Diane Joly qui ont assumé un travail de secrétariat remarquable.

La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce à une subvention conjointe du ministère de la Santé et des Services sociaux et de la Direction régionale de la santé publique de la Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue dans le cadre du Programme de subventions en santé publique.

RÉSUMÉ

Une étude a été effectuée pour connaître la prévalence de la contamination¹ des puits domestiques aux coliformes en Abitibi-Témiscamingue et déterminer les facteurs les plus significatifs de cette contamination. Les puits ont été répartis dans trois catégories (types) : les puits artésiens, les puits de surface dans l'argile et les puits de surface dans le sable.

1. Estimation du nombre de puits contaminés

On a d'abord voulu estimer le nombre de puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue. En téléphonant à chacune des municipalités on a obtenu un nombre estimé à 17 000 puits; par le biais du sondage téléphonique à travers l'Abitibi-Témiscamingue on est arrivé à une autre estimation 13 000 puits. Compte tenu des marges d'erreur importantes par les deux méthodes, le nombre de 15 000 puits a été retenu comme une estimation plausible.

En second, un sondage téléphonique a permis d'estimer la proportion de chacun des trois types de puits (p.) qu'on retrouve en Abitibi-Témiscamingue. Les résultats montrent qu'il y a 73,4 % de puits artésiens, 16,4 % de puits de surface dans l'argile et 10,2 % de puits de surface dans le sable.

La troisième partie consistait à déterminer le taux de contamination de chacun des types de puits, soit le pourcentage des puits contaminés au moins une fois pendant la durée du suivi des puits (C). Pendant 20 semaines, soit du 25 avril au 7 septembre, 81 puits artésiens, 75 puits de surface dans l'argile et 21 puits de surface dans le sable ont été suivis et échantillonnés à toutes les deux semaines. Ces puits avaient été choisis aléatoirement à partir d'une liste dressée à la suite d'un appel dans les journaux locaux des MRC de Rouyn-Noranda et du Témiscamingue et les journaux municipaux distribués aux citoyens des

¹ Dans tout le présent document, le terme contamination désigne la présence de coliformes dans l'eau en quantité plus grande que la norme, même si les coliformes ne sont pas habituellement pathogènes par eux-mêmes, mais servent plutôt d'indicateur pour indiquer la présence possible d'organismes pathogènes. De même le terme «contamination totale» désigne une contamination aux coliformes de tous types tel qu'expliqué à la section 3.1.3, et la «contamination fécale» réfère à la présence d'au moins un coliforme fécal par 100 ml.

municipalités de la MRC de Rouyn-Noranda et de certaines municipalités du Témiscamingue où l'on retrouve du sol sableux. Les résultats de cet échantillon de puits ont été extrapolés à l'ensemble des puits de l'Abitibi-Témiscamingue.

Trois types de contamination ont été envisagés en fonction des normes microbiologiques du Règlement sur l'eau potable :

- 1) Présence d'au moins une bactérie coliforme fécale dans l'échantillon, peu importe le nombre de coliformes totaux (type 1);
- 2) Présence dans l'échantillon de plus de 10 coliformes totaux /100 ml mais absence de coliformes fécaux (type 2);
- 3) Présence dans 2 échantillons consécutifs d'un même puits de coliformes (mais pas plus de 10 pour le deuxième échantillon) (type 3).

Les résultats sont résumés au tableau suivant :

Contamination des 3 types de puits, et leur proportion en Abitibi-Témiscamingue

Type de puits	Contaminés au moins une fois (types 1,2 et 3) (C_1)	Contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux (type 1) ($C_{FC,F}$)	Proportion en Abitibi-Témiscamingue (p_i)
Puits artésiens	34,6 %	21,0 %	73,4 %
Puits de surface dans l'argile	84,0 %	49,3 %	16,4 %
Puits de surface dans le sable	47,6 %	9,6 %	10,2 %

En pondérant les contaminations selon la proportion de chacun des types de puits et en multipliant par le nombre total de puits on obtient le nombre total estimé de puits contaminés. Encore une fois il s'agit d'une estimation par extrapolation. Ces résultats sont résumés au tableau suivant.

**Nombre estimé de puits contaminés au moins une fois d'avril à septembre
pour l'Abitibi-Témiscamingue**

Type de puits	Nb. total de puits	Nb. puits contaminés au moins une fois (cont. totale)	Nb. puits contaminés au moins une fois (cont. fécale)
Artésien	11 000	3 810	2 310
Surface dans l'argile	2 470	2 070	1 210
Surface dans le sable	1 530	740	150
Total	15 000	6 620	3 670

Selon cette analyse, il y aurait donc 44,1 % des puits de toute catégorie qui se retrouvent contaminés au moins une fois de la fin avril au début septembre. Plus de la moitié (25,4 % sur 44,1 %) des puits contaminés sont des puits artésiens. Même s'il n'y a que 34,6 % des puits artésiens qui se retrouvent contaminés au moins une fois, leur nombre important (73,4 %) expliquent que leur contribution totale à l'estimation du nombre de puits contaminés est importante (figure 18).

Il y aurait de plus environ le quart des puits de l'Abitibi-Témiscamingue contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux. On peut donc s'attendre à ce que environ 3 670 puits soient contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux en Abitibi-Témiscamingue. C'est là un nombre important du point de vue de la santé publique.

Les résultats montrent aussi que les puits artésiens sont contaminés en moyenne 11 % des fois où un échantillon a été pris, les puits de surface dans l'argile 44 % des fois et les puits de surface dans le sable 21 %. Quand on ne tient compte que des coliformes fécaux, la fréquence tombe à 3 %, 12 % et 2 % respectivement.

Les puits artésiens montrent une augmentation de la contamination totale et fécale du 20 juin au 29 août. Les puits de surface dans l'argile sont contaminés à peu près autant peu importe la saison, mais la contamination fécale est plus importante à partir du 20 juin. La forte contamination non-fécale du printemps pourrait signifier que l'eau de ruissellement pénètre le long des tuiles et s'infiltrer entre les tuiles. Les puits de surface dans le sable sont

intermédiaires entre les deux précédents, mais ont très peu de contamination fécale : il n'y a que 4 périodes sur 10 où on a observé de la contamination fécale contre 8 pour les puits artésiens et 10 pour les puits de surface dans l'argile.

La comparaison avec l'eau des aqueducs municipaux permet de comparer les deux types d'approvisionnement en eau potable en région. L'Abitibi-Témiscamingue compte 46 réseaux d'aqueduc desservant 108 153 personnes. De ce nombre 12 réseaux ont été hors norme pour l'année 1993, c'est-à-dire que leur eau a été considérée «contaminée» selon les mêmes critères que nous avons utilisés. Ces 12 réseaux approvisionnent 11 066 personnes, soit 10,2 % des personnes qui s'approvisionnent à un aqueduc. Ces citoyens ont été avisés de faire bouillir leur eau au moins cinq minutes jusqu'à ce que la situation se rétablisse.

Par comparaison, 6 620 puits sur 15 000 se seraient retrouvés contaminés au moins une fois d'avril à septembre, approvisionnant en eau 17 900 personnes (sur la base de 2,7 personnes par foyer²). Il s'agit donc pour l'Abitibi-Témiscamingue d'un nombre important.

La comparaison avec d'autres études est difficile et laborieuse du fait qu'il n'y a pas de protocole constant d'une étude à l'autre. Dans l'étude de Portneuf (Paradis 1991), où on avait étudié surtout des puits de surface dans le sable, nous avons réorganisé les données brutes de cette étude et de la nôtre pour rendre les résultats comparables. Dans notre étude, 2,5 % des échantillons ont été contaminés aux coliformes fécaux contre 6,1 % pour Portneuf. En additionnant les contaminations de types 1 et 2, on constate que 15,2 % des échantillons de notre étude étaient contaminés, contre 12,2 % dans Portneuf. Dans une étude américaine (National Rural Water Study), 12,2 % des échantillons étaient contaminés aux coliformes fécaux, ce qui correspond à peu près aux puits de surface dans l'argile (12,5 %). En somme nos résultats se comparent comme ordre de grandeur aux résultats qu'on peut trouver ailleurs, même si des circonstances différentes doivent nous rendre prudents dans les comparaisons.

2 *Ce nombre tient compte du nombre total de puits, incluant ceux des résidences secondaires quand cela a été possible; le nombre de personnes pourrait donc être moindre.*

2. Les facteurs de contamination

Le deuxième objectif était de déterminer les facteurs les plus susceptibles d'expliquer la contamination des puits. Les variables dépendantes quantitatives représentaient le nombre de fois, ramené en pourcentage du nombre total de prélèvements, où un puits a été contaminé aux coliformes fécaux (contamination fécale) ou aux coliformes de tous types (contamination totale). On a aussi utilisé comme variable dépendante qualitative le fait qu'un puits n'ait jamais été contaminé ou ait été contaminé au moins une fois. Comme les trois catégories de puits se comportaient de façon différente, ils ont été étudiés séparément.

Les variables indépendantes quantitatives comprennent le diamètre, la profondeur, l'âge, la pente vers le puits, et les distances du puits aux fosses septiques, puisards, champs d'épuration, puits d'évacuation, égout ou parc d'animaux. Ces variables ont aussi été exprimées en variables qualitatives (de façon dichotomique) en les distinguant selon qu'elles favorisent ou non la contamination. Par exemple, les puits ont été divisés en deux catégories pour la variable mesurant la distance de la fosse septique selon que la distance est moins que 20 mètres ou plus grande ou égale à 20 mètres.

Les variables indépendantes qualitatives comprennent la présence ou l'absence du couvercle étanche, de tuiles, de source de contamination au-dessus du puits; le fait que le puits soit enterré ou non, que l'eau puisse ou non pénétrer par la tête du puits ou le tubage, et la présence ou l'absence d'animaux de compagnie sont aussi des variables indépendantes étudiées.

Comme il ne s'agissait pas d'un protocole expérimental, on est à peu près certain que les variables qui apparaissent être un facteur de contamination contribuent à cette contamination, mais si cette variable ne ressort pas comme facteur de contamination, cela ne veut pas dire qu'elle n'en est pas un.

Pour les puits artésiens, l'infiltration le long du tubage est un facteur qui favorise la contamination.

Pour les puits de surface dans l'argile, la plupart des facteurs significatifs sont reliés à l'étanchéité du puits. Ainsi, si le puits est composé de tuiles superposées ou si les couvercles ne sont pas étanches ou si l'eau peut s'infiltrer par la tête du puits, le puits sera plus souvent contaminé (contamination totale).

Et parmi ces puits de surface dans l'argile non étanches, la contamination fécale est significativement plus importante si ceux qui s'approvisionnent au puits possèdent des **animaux de compagnie** (chiens, chats). On peut penser que la contamination vient des animaux se promenant à proximité du puits.

La contamination aux coliformes fécaux est plus importante pendant la période de l'été; le suivi bactériologique devrait tenir compte de cette réalité. Dans tous les cas, l'étanchéité du puits est apparue comme le facteur le plus important pour éviter la contamination de l'eau.

L'importance de la contamination justifie une campagne de sensibilisation pour désinfecter régulièrement les puits et améliorer la conception des puits de surface dans l'argile qui peuvent être conservés. La distribution d'un **dépliant** dans tous les secteurs ruraux est une partie importante de cette campagne de sensibilisation.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ANNEXES	xii
LISTE DES TABLEAUX	xiii
LISTE DES FIGURES	xiv
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 PROBLÉMATIQUE, ÉTAT DES CONNAISSANCES ET OBJECTIFS DE RECHERCHE	2
1.1 L'EAU POTABLE	3
1.2 LES PUIITS DOMESTIQUES	6
1.3 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE	10
1.3.1 ESTIMER LE NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	10
1.3.2 Déterminer les facteurs les plus significatifs en regard de la contamination bactériologique des puits domestiques en abitibi-témiscamingue	11
1.3.3 PRODUIRE UN GUIDE POUR LES PROPRIÉTAIRES DE PUIITS ..	11
CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE	13
2.1 ESTIMER LE NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	14
2.1.1 Estimer le nombre de puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue (N)	15
2.1.2 Estimer la proportion de puits appartenant à chacune des trois catégories (p_i)	18
2.1.3 Estimer le taux de contamination de chacune des trois catégories de puits	19
2.2 DÉTERMINER LES FACTEURS LES PLUS SIGNIFICATIFS EN REGARD DE LA CONTAMINATION BACTÉRIOLOGIQUE DES PUIITS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	23
2.2.1 Les variables dépendantes	24
2.2.2 Les variables indépendantes	25
2.2.3 Formation des catégories des variables indépendantes	27
2.3 PRODUIRE UN GUIDE DU PROPRIÉTAIRE	29

CHAPITRE 3	RÉSULTATS ET ANALYSE DE LA CONTAMINATION	31
3.1	ESTIMER LE NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	32
3.1.1	Estimer le nombre de puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue (N_i)	32
3.1.1.1	Recensement par municipalité	32
3.1.1.2	Méthodologie selon le sondage et les résultats du recensement de 1991	34
3.1.2	Estimer la proportion des puits appartenant à chacune des trois catégories (p_i)	35
3.1.3	Estimer le taux de contamination de chacun des trois types de puits (C_i et $C_{loc.f.}$)	36
3.1.3.1	Fréquence de contamination	39
3.1.3.2	Variation temporelle de la contamination	42
3.1.3.3	Classes de contamination	45
3.1.3.4	Le nombre de coliformes dans les échantillons	47
3.1.3.5	Classes du nombre de coliformes	49
3.1.4	Estimation du nombre de puits contaminés	51
3.1.5	Estimation du nombre de puits contaminés aux coliformes fécaux	53
3.2	LES FACTEURS DE CONTAMINATION	55
3.3	COMPARAISON AVEC D'AUTRES ÉTUDES	58
3.4	L'INFLUENCE DES PRÉCIPITATIONS POUR LES TROIS TYPES DE PUIITS	63
CONCLUSION		66
BIBLIOGRAPHIE		92

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I	QUESTIONNAIRE POUR PUIITS DOMESTIQUES	68
ANNEXE II	TECHNIQUE DE DÉSINFECTION	69
ANNEXE III	QUESTIONNAIRE TÉLÉPHONIQUE POUR LE SONDAGE	70
ANNEXE IV	TECHNIQUE DE PRÉLÈVEMENT	71
ANNEXE V	HORAIRE DES PRÉLÈVEMENTS	72
ANNEXE VI	ESTIMATION DU NOMBRE DE PUIITS PAR MUNICIPALITÉS	73
ANNEXE VII	QUESTIONNAIRE FINAL	77
ANNEXE VIII	MÉTHODOLOGIE DES ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES	78
ANNEXE IX (photocopie du dépliant)		79
ANNEXE X	DONNÉES BRUTES DES RÉSULTATS DU LABORATOIRE ET DES CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS	83

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 :	Distinction des contaminations en 3 catégories exclusives	22
TABLEAU 2 :	Description des variables quantitatives	25
TABLEAU 3 :	Description des variables qualitatives	26
TABLEAU 4 :	Distinction en catégorie «0» et «1» des variables indépendantes	28
TABLEAU 6 :	Proportion des 3 types de puits en Abitibi-Témiscamingue	35
TABLEAU 7 :	Taux de contamination (pourcentage des puits contaminés au moins une fois) des trois types de puits	37
TABLEAU 8 :	Taux de contamination fécale (= proportion des puits contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux) des trois types de puits	38
TABLEAU 9 :	Résumé des proportions de type de puits et de la contamination par type de puits	51
TABLEAU 10 :	Résultat des proportions de type de puits et de la contamination fécale par type de puits	54
TABLEAU 12 :	Contamination aux coliformes dans l'étude de la MRC de Portneuf (Paradis et al. 1991)	58
TABLEAU 13 :	Contamination de type 1 et 2 pour les puits de surface dans le sable (pourcentage du nombre de puits)	59
TABLEAU 14 :	Comparaison de la proportion du nombre de puits contaminés (contamination type 1 et contamination types 1 et 2) selon différentes recherches	61

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	Situation géographique de l'Abitibi-Témiscamingue	9
FIGURE 2 :	Répartition des puits étudiés	20
FIGURE 3 :	Répartition géographique des puits en Abitibi-Témiscamingue	33
FIGURE 4 :	Proportion des 3 types de puits en Abitibi-Témiscamingue	36
FIGURE 5 :	Pourcentage des puits contaminés au moins une fois (C_1)	37
FIGURE 6 :	Pourcentage des puits contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux ($C_{1(C.f.)}$)	38
FIGURE 7 :	Fréquence, exprimée en pourcentage du nombre total d'échantillons pour chaque puits, de la contamination par des coliformes totaux et fécaux pour les trois types de puits	39
FIGURE 8 :	Fréquence, exprimée en pourcentage du nombre total d'échantillons pour chaque puits, de la contamination fécale pour les trois types de puits	40
FIGURE 9 :	Pourcentage des puits artésiens contaminés selon la période et le type de contamination	42
FIGURE 10 :	Pourcentage des puits de surface dans l'argile contaminés selon la période et le type de contamination	43
FIGURE 11 :	Pourcentage des puits de surface dans le sable contaminés, selon la période et le type de contamination	44
FIGURE 12 :	Répartition des puits selon la fréquence des contaminations (contamination totale)	45
FIGURE 13 :	Répartition des puits selon la fréquence des contaminations (contamination fécale)	46
FIGURE 14 :	Nombre moyen de coliformes totaux par échantillon selon la période et le type de puits	48
FIGURE 15 :	Nombre moyen de coliformes fécaux par échantillon selon la période et le type de puits	48
FIGURE 16 :	Proportion des puits (en pourcentage des puits de chaque type) répartis selon des classes du nombre moyen de coliformes totaux pour l'ensemble des prélèvements	49
FIGURE 17 :	Proportion des puits (en pourcentage des puits de chaque type) répartis selon des classes du nombre moyen de coliformes fécaux pour l'ensemble des prélèvements	50
FIGURE 18 :	Présence ou absence d'au moins une contamination selon le type de puits en Abitibi-Témiscamingue	53
FIGURE 19 :	Présence ou absence d'au moins une contamination aux coliformes fécaux selon le type de puits en Abitibi-Témiscamingue	55
FIGURE 20 :	Contamination de tous types des trois catégories de puits et précipitations par période de deux semaines	64
FIGURE 21 :	Contamination de type 1 (fécale) des trois catégories de puits et précipitations par période de deux semaines	64
FIGURE 22 :	Précipitation mensuelle en 1994 et normale à Val D'Or (source: Environnement Canada)	65

INTRODUCTION

L'Abitibi-Témiscamingue comptait en 1991 une population de 151 978 personnes (Girard 1993), et, d'après les données du ministère de l'Environnement et de la Faune, il y avait en 1993, 104 082 personnes desservies par un réseau d'aqueduc (MEF 1993). Il y a donc près de 50 000 personnes (environ le tiers de la population) s'approvisionnant régulièrement en eau potable à des puits domestiques. A ce nombre il faut ajouter les personnes qui s'approvisionnent occasionnellement à un puits à un chalet.

Comme les puits domestiques ne sont soumis à aucune réglementation contraignante, il est apparu important d'évaluer la qualité bactériologique de ces puits. La contamination des puits domestiques a d'ailleurs été retenue comme un des 22 problèmes prioritaires de santé et de bien-être en Abitibi-Témiscamingue.

Cette étude a été élaborée pour documenter davantage la problématique de la contamination bactériologique des puits domestiques. En effet, aucune étude n'avait été effectuée auparavant dans la région sur le sujet, si ce n'est une étude provinciale qui comportait une douzaine d'échantillons pris dans la région.

Il s'agissait d'estimer le nombre de puits, la prévalence de la contamination et les facteurs reliés à cette contamination. Le chapitre un explique plus en détail la problématique de la contamination bactériologique de l'eau potable et énumère les objectifs de la recherche. Le chapitre deux détaille la méthodologie utilisée pour l'ensemble des objectifs. Le troisième chapitre donne les résultats et les analyses.

D'autres études subséquentes pourraient compléter la présente étude qui, sur certains aspects, présente un caractère exploratoire. On peut penser à une étude qui documenterait les cas de gastro-entérite chez les personnes qui s'approvisionnent en eau à des puits qui sont fréquemment contaminés aux coliformes. Également, une étude expérimentale avec divers types de puits et différentes sources de contamination permettrait de mieux identifier les facteurs qui causent les contaminations. Enfin, il serait pertinent de développer un indicateur facilement mesurable et prédictif d'une contamination aux coliformes.

CHAPITRE 1
PROBLÉMATIQUE, ÉTAT DES CONNAISSANCES
ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

1.1 L'EAU POTABLE

L'eau est une substance qui a une forte capacité de mettre en solution un grand nombre d'autres substances. Celles-ci peuvent être des atomes (sodium, chlore, métaux lourds...), des molécules inorganiques (comme les nitrates) et des molécules organiques de source naturelle ou de synthèse. La matière organique sert de nutriment aux micro-organismes présents dans l'eau, quand il y en a; ces derniers peuvent donc subsister d'autant plus longtemps qu'il y a présence de matière organique. Sous l'action des micro-organismes, la matière organique finit par être transformée en molécules simples comme le dioxyde de carbone et l'eau.

Les micro-organismes présents dans l'eau peuvent être pathogènes. «Du point de vue de la santé publique, le plus grave danger relié à l'eau potable est la contamination¹ de cette dernière par les eaux d'égout et les excréments humains (Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable 1991).» Les micro-organismes pathogènes peuvent être des bactéries, des virus ou des protozoaires parasites (*Giardia sp.*).

L'eau joue un rôle important comme vecteur de plusieurs maladies dues à des micro-organismes, comme la fièvre typhoïde, le choléra, la dysenterie et de nombreux types d'affections gastro-intestinales. Depuis l'avènement du traitement de l'eau incluant la désinfection des systèmes publics d'aqueduc, on a assisté à une baisse spectaculaire de la fréquence des maladies reliées à l'eau. Cependant, des épisodes de maladies transmises par l'eau incitent à la vigilance. Par exemple, de 1974 à 1984, on a rapporté au Canada 51 poussées d'infection ayant touché 3 799 personnes (Tobin 1990). En 1991 et 1992, au Québec, on a dénombré 35 épidémies d'origine hydrique ayant atteint 1454 individus (CSE 1994 : 2).

¹ Dans tout le présent document, le terme contamination désigne la présence de coliformes dans l'eau en quantité plus grande que la norme, même si les coliformes ne sont pas habituellement pathogènes par eux-mêmes, mais servent plutôt d'indicateur pour indiquer la présence possible d'organismes pathogènes. De même le terme «contamination totale» désigne une contamination aux coliformes de tous types tel qu'indiqué à la section 3.1.3, et la «contamination fécale» réfère à la présence d'au moins un coliforme fécal.

Il existe des méthodes classiques pour détecter les organismes pathogènes dans l'eau, mais elles ont tendance à être longues, coûteuses et ne permettent pas de détecter de faibles concentrations d'agents pathogènes. Depuis environ cent ans, on utilise comme indicateur un groupe de bactéries appelé les bactéries coliformes. Les méthodes de détection des coliformes ont évolué, mais le choix des coliformes comme indicateur de la qualité de l'eau potable est demeuré pour cinq raisons résumées par Tobin et Robertson (1990) :

- 1) Les coliformes sont presque toujours présents dans les eaux d'égout et les eaux polluées lorsque d'autres organismes entéropathogènes sont présents.
- 2) Il existe une corrélation directe entre leur nombre et le degré de contamination fécale.
- 3) Dans la plupart des cas, ils sont plus nombreux que les organismes entéropathogènes.
- 4) Ils survivent aussi longtemps ou plus longtemps que la plupart des organismes entéropathogènes dans l'eau potable.
- 5) Les méthodes utilisées pour les dénombrer ont été étudiées à fond et normalisées.

D'un point de vue taxonomique, les coliformes sont des bactéries qui appartiennent aux genres *Escherichia* (dont *E. coli*, qui a donné son nom au groupe), *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Citrobacter*. «La présence de ces bactéries intestinales indique que des agents pathogènes *pourraient être* présents, tandis que leur absence signifie qu'il *est probable* que les organismes pathogènes soient eux aussi absents (Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable 1991).»

La survie des pathogènes dans le sol et l'eau est largement déterminée par :

- l'espèce du micro-organisme;
- la température (la survie étant plus longue sous température fraîche);
- la lumière solaire (notamment les rayons UV qui tuent les micro-organismes);
- l'humidité du sol;
- les précipitations qui conservent l'humidité du sol;
- le type de sol, les sols argileux retenant davantage l'humidité et se réchauffant moins vite. (Cliver 1987 : 12)

Le développement des techniques de laboratoire a permis de distinguer un sous-groupe de coliformes, soit les coliformes fécaux. Le test de recherche des coliformes fécaux est un indicateur de la présence possible d'organismes entéropathogènes dans l'eau (Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable 1991). On le complète généralement par le test de recherche des coliformes totaux. Ce dernier n'est pas aussi fiable comme indicateur de la pollution fécale, mais il est intéressant à cause des caractéristiques de survie supérieure des micro-organismes décelés et peut donc nous renseigner sur l'efficacité du traitement de désinfection de l'eau. La présence de coliformes fécaux peut indiquer une contamination récente ou continue tandis que la présence uniquement de coliformes totaux peut indiquer qu'il s'agit d'une contamination moins récente ou de nature générale.

Cette reconnaissance des coliformes comme indicateur de la qualité microbiologique de l'eau explique pourquoi les normes gouvernementales sont édictées en fonction des coliformes présents dans l'eau. Le règlement sur l'eau potable [c. Q-2, r. 4.1] définit ainsi les normes microbiologiques de potabilité :

Une eau destinée à la consommation humaine doit être conforme aux normes microbiologiques suivantes :

- 1° chaque échantillon doit être exempt de bactéries coliformes fécales, d'autres organismes d'origine fécale, d'organismes pathogènes ou d'organismes parasites;
- 2° au moins 90 % des échantillons doivent être exempts de toutes bactéries coliformes et aucun échantillon ne doit contenir au total plus de 10 bactéries coliformes par 100 millilitres d'eau, dans le cas où plus de 10 échantillons sont prélevés sur une période de 30 jours consécutifs;
- 3° pas plus d'un échantillon ne doit contenir de bactéries coliformes et cet échantillon ne doit pas contenir au total plus de 10 bactéries coliformes par 100 millilitres d'eau, dans le cas où 10 échantillons ou moins sont prélevés sur une période de 30 jours consécutifs.

1.2 LES PUIITS DOMESTIQUES

Au Canada, 13 % de la population (environ 4 millions de personnes) sont desservies par des puits privés ou d'autres sources privées (Tobin 1990). Cette proportion est évaluée à 30 % en Abitibi-Témiscamingue (UQCN 1990). La très grande diversité des types de puits, des couches géologiques et pédologiques et des sources de contamination rend difficile les généralisations quant à la qualité de l'eau des puits à travers le Canada.

Une recherche effectuée en 1980 par le ministère de l'Environnement du Québec, portant sur l'analyse de 216 puits domestiques à travers le Québec (dont environ 90 % de puits artésiens), révélait que 23 % d'entre eux dépassaient les normes bactériologiques de 10 coliformes totaux par 100 ml. L'étude du ministère de l'Environnement sur la contamination bactériologique a été faite à la grandeur du Québec et notre région ne comptait que 12 échantillons (Simard 1980).

C'est surtout dans les sols perméables que des études ont été effectuées quant à la contamination des puits domestiques. En effet, dans les zones agricoles sur sol sableux ou limoneux où on cultive par exemple le tabac ou la pomme de terre, les puits domestiques se sont assez souvent révélés contaminés au nitrate et à certains pesticides plus persistants, comme l'aldicarbe et le chlorotalonil (Paradis 1991). Une étude a été réalisée notamment dans toute l'île d'Orléans, où aucun aqueduc ne dessert les villages de cette île. Cette étude a démontré un problème important de contamination microbiologique de l'eau souterraine. En effet, 62 % des résultats d'analyse (314 sur 509 résultats d'analyse) correspondant à 83 % (30 sur 36) des puits échantillonnés ne rencontraient pas les normes de qualité de l'eau potable du ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) (April 1992).

Dans une autre étude faite dans la MRC de Portneuf à proximité des cultures de pommes de terre (donc en sol perméable), on a pu observer une certaine proportion de contamination bactériologique (18 puits sur 70) et la présence de nitrates dans l'eau souterraine (68 puits sur 70) (Paradis 1991).

On sait cependant que la contamination bactériologique se produit de façon très différente dans un puits de surface selon que le sol est perméable ou non. En principe, la perméabilité est normalement une variable continue, mais pour l'Abitibi-Témiscamingue on peut vraiment considérer qu'il y a deux classes mutuellement exclusives de perméabilité pour les puits de surface : les puits en sol perméable et les puits en sol imperméable.

Dans les puits en sol perméable, la contamination se fait lorsque les précipitations s'infiltrent plus ou moins verticalement dans le sol. Le sable peut servir à filtrer l'eau en retenant la matière organique et les bactéries. Le puits qui descend jusqu'à la nappe phréatique recueille donc l'eau d'une grande superficie de terrain, qui a passé à travers un filtre naturel. La contamination devrait donc être diluée à travers une grande surface sous terre et réduite par la filtration du sable.

L'Abitibi-Témiscamingue est située au nord-ouest de la zone habitée du Québec (figure 1). Les dépôts meubles de la région sont en grande partie une argile lourde venant des dépôts de lacs glaciaires. Les puits creusés dans ces sols atteignent habituellement (mais pas toujours) une nappe d'eau libre dans un horizon sableux. Les puits qui n'atteignent pas cette nappe ne fournissent probablement pas d'eau en quantité suffisante.

Dans les puits situés dans ces sols imperméables, la contamination devrait se faire quand l'eau de ruissellement va atteindre le puits, descendre le long du tubage et contaminer directement la base du puits. Plus le sol est imperméable, plus ce phénomène risque de se produire. Or, les sols argileux de l'Abitibi-Témiscamingue sont très imperméables.

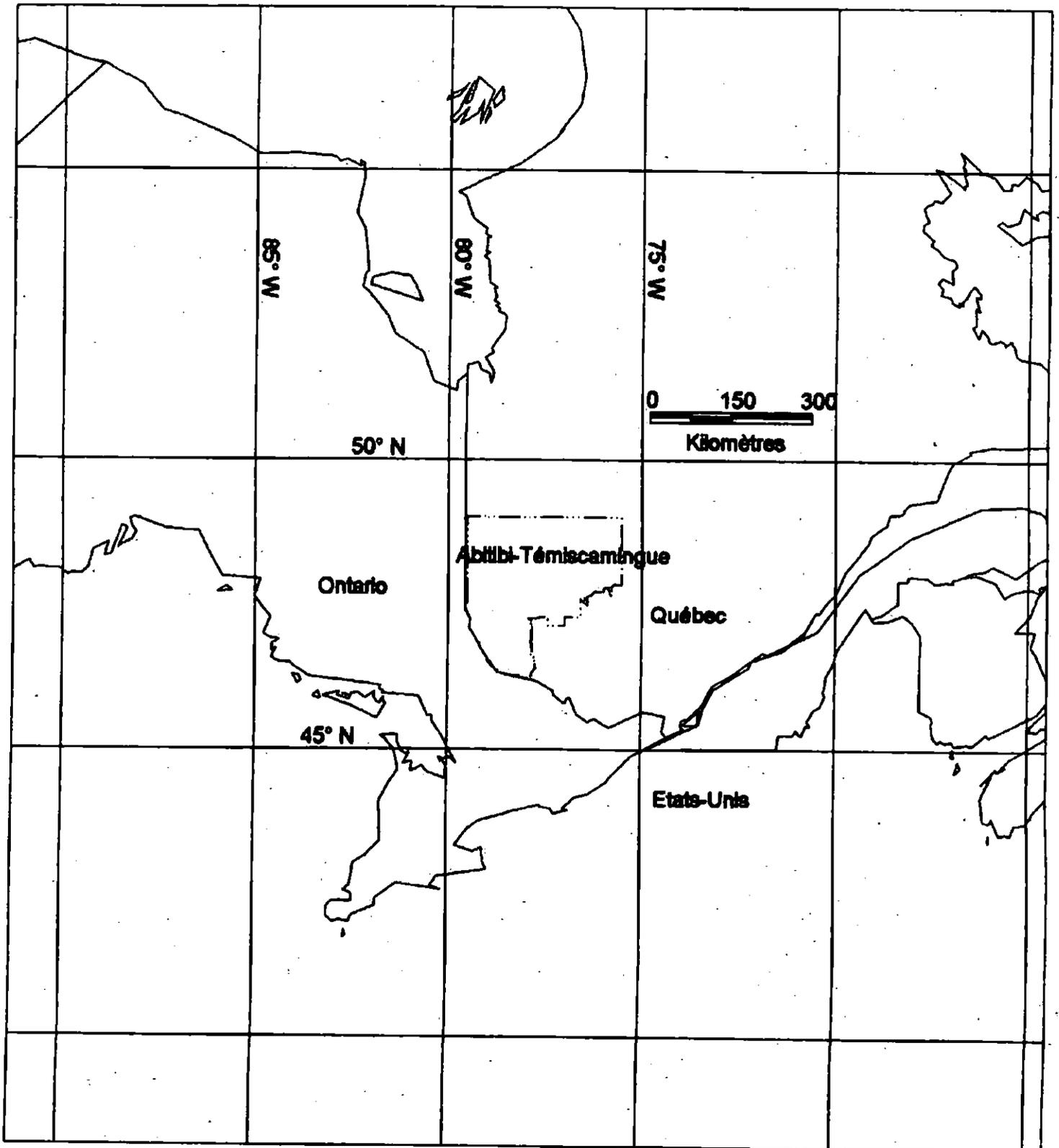
Par exemple, la conductivité hydraulique des sols (K), qui est une mesure de leur perméabilité, est d'environ 0,1 cm à l'heure dans les sols typiques de l'Abitibi sous couvert de prairie et d'environ 1 cm à l'heure dans les sols sous couvert de prairie des argiles lourdes de la plaine du Saint-Laurent, comme l'argile de la série de sol Sainte-Rosalie (Tabl 1990). Cela signifie que les précipitations et l'eau de fonte des neiges ont beaucoup plus tendance à ruisseler en surface plutôt qu'à s'infiltrer dans le sol. En ruisselant, il peut y avoir davantage d'infiltration dans les puits domestiques le long du tubage, qu'ils soient artésiens ou de surface, que dans les puits comparables de la plaine du Saint-Laurent. En

somme, nous ne pouvons sûrement pas déduire *a priori* que les puits de l'Abitibi-Témiscamingue vont se comporter de la même façon que les puits de la plaine du Saint-Laurent.

Dans les puits artésiens le même phénomène que dans les puits de surface en sol imperméable devrait se produire, la profondeur du puits pouvant être un facteur important de variation de la contamination. Comme ces puits sont très différents des puits de surface (plus profonds, traversant souvent le roc, le tubage étant habituellement scellé sur le roc), il est probable qu'ils se comportent de façon différente des puits de surface.

Il n'y a actuellement aucune donnée permettant d'estimer de façon tant soit peu précise le nombre de puits en Abitibi-Témiscamingue, de même que la contamination bactériologique de ceux-ci. Compte tenu du nombre de personnes qui s'approvisionnent en eau à un puits domestique, de l'importance d'avoir une eau propre à la consommation, du peu de renseignements disponibles sur la qualité de l'eau des puits domestiques, il apparaît important de se pencher sur le problème de la contamination bactériologique des puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue. D'ailleurs, la Régie régionale de la santé et des services sociaux en a fait une de ses priorités dans ses objectifs de santé et bien-être.

FIGURE 1 : Situation géographique de l'Abitibi-Témiscamingue



1.3 OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

La problématique des puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue se caractérise donc par les faits suivants :

- 1) Une importante proportion de la population s'approvisionne en eau potable à partir de puits domestiques, même si cette proportion est estimée de façon déductive.
- 2) On n'a aucune donnée fiable sur l'importance de la contamination des puits domestiques.
- 3) On a quelques indices de ce que pourraient être les principaux facteurs déterminant la contamination bactériologique des puits, à partir de ce qui s'est fait ailleurs, mais on sait que l'importance des facteurs n'est probablement pas la même en Abitibi du fait des conditions pédologiques et géologiques particulières.
- 4) La population de l'Abitibi-Témiscamingue n'a accès à aucune source documentaire spécifique aux caractéristiques régionales.

En regard de cette problématique, les objectifs généraux et les objectifs intermédiaires de cette recherche sont les suivants :

1.3.1 ESTIMER LE NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

- a) **Estimer le nombre de puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue**
- b) **Estimer le nombre de puits appartenant à chacune des catégories suivantes :**
 - puits artésien
 - puits de surface sur sol argileux
 - puits de surface sur sol sableux.

- c) Estimer le taux de contamination propre à chacun des trois types de puits énumérés précédemment**
- d) Appliquer le taux estimé de contamination au nombre de puits estimé de chaque catégorie pour obtenir un estimé global**
- e) Étudier la variation temporelle de la contamination au cours de la saison estivale, pour chacun des trois types de puits**

1.3.2 Déterminer les facteurs les plus significatifs en regard de la contamination bactériologique des puits domestiques en abitibi-témiscamingue

- a) Estimer le taux de contamination en regard des facteurs susceptibles d'avoir une importance significative sur la contamination bactériologique des puits domestiques**
- b) Appliquer le taux de contamination aux différents facteurs étudiés**

1.3.3 PRODUIRE UN GUIDE POUR LES PROPRIÉTAIRES DE PUIITS

- a) À partir de la revue de littérature, expliquer les bonnes pratiques d'entretien de routine des puits, en tenant compte des résultats obtenus en 2.1 et 2.2**
- b) Permettre aux propriétaires de puits de connaître les aménagements à réaliser pour que leur puits puisse fournir une eau de bonne qualité microbiologique**

L'hypothèse générale de cette recherche est que l'eau potable des puits domestiques est susceptible d'être bactériologiquement contaminée.

Cette hypothèse amène un certain nombre d'hypothèses spécifiques :

- 1) La contamination bactériologique varie selon le type de puits.**
- 2) La contamination bactériologique varie dans le temps, particulièrement à l'intérieur de la période d'avril à septembre.**

- 3) La contamination bactériologique varie selon certaines caractéristiques du puits et de son environnement.
- 4) La contamination bactériologique varie selon les précipitations atmosphériques.
- 5) La contamination bactériologique varie selon le sens d'écoulement des eaux de surface près du puits.

CHAPITRE 2

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

La méthodologie de recherche opérationnalise les objectifs de la recherche. On suivra donc la même démarche.

2.1 ESTIMER LE NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

Pour estimer le nombre de puits contaminés en Abitibi-Témiscamingue, nous avons décidé d'évaluer le nombre total de puits, puis d'estimer le pourcentage des puits contaminés à partir d'un échantillon des puits. La méthode la plus simple aurait été de prendre un échantillonnage aléatoire de tous les puits de l'Abitibi-Témiscamingue et de déterminer un pourcentage global de contamination. Mais cette méthodologie comporte plusieurs inconvénients :

- 1) elle n'aurait pas permis de s'assurer d'un nombre assez grand dans chacune des trois catégories de puits pour permettre des études comparatives entre les groupes;
- 2) il devenait très difficile de mettre sur pied une liste des puits à travers l'Abitibi-Témiscamingue, notamment parce qu'une liste de volontaires aurait exigé de leur part de défrayer le coût d'un appel interurbain, ce qui aurait éliminé beaucoup de candidats possible et de cette façon introduit un biais dans la représentativité de l'échantillon.
- 3) parce que les puits auraient été répartis aléatoirement sur le territoire de l'Abitibi-Témiscamingue, les coûts reliés au déplacement (auto, essence, main-d'oeuvre) auraient au moins triplé.

Pour pallier à ces inconvénients, on a développé une méthodologie plus complexe mais qui permet en même temps de répondre au deuxième objectif (2.2). Il s'agit d'estimer la proportion de chacune des trois catégories de puits, d'estimer le taux de contamination

propre à chacune des catégories et de reporter le tout à l'échelle régionale. On présentera mathématiquement cette méthode par la formule :

$$N_c = N_t (p_A C_A + p_{SA} C_{SA} + p_{SS} C_{SS})$$

où $\sum p_i = 1$

et où :

N_c = le nombre de puits contaminés

N_t = le nombre total de puits

p_i = proportion p du type de puits «i» (A = artésien, SA = surface dans l'argile, SS = surface dans le sable);

C_i = proportion contaminée des puits de type «i»

Évidemment l'inconvénient est qu'on ne peut mesurer l'erreur due au fait d'étudier la contamination sur une partie du territoire et de l'appliquer à l'ensemble, puisque les C_i sont calculés à partir des puits suivis dans les MRC de Rouyn-Noranda et du Témiscamingue et que les p_i sont calculés pour tout l'Abitibi-Témiscamingue. Une grande partie de l'incertitude causée par cette extrapolation a été réduite en divisant les puits en trois catégories. En effet, il n'était plus nécessaire que la proportion des puits suivis reflète celle de leur répartition en Abitibi-Témiscamingue. D'autre part, les variations à l'intérieur d'un même type de puits sont relativement minimales. Ainsi par exemple il n'y avait pas de différence significative entre les puits artésiens de 15 et de 6 cm de diamètre, qui sont deux types de puits artésiens différents. Enfin, comme les types de sol ne varient guère à l'intérieur d'une classe de sol (les sols argileux de l'Abitibi-Témiscamingue sont très semblables les uns des autres), il n'y a pas *a priori* de raisons qui empêchent de faire cette extrapolation. Il reste que c'est une inconnue qu'il faut garder en mémoire.

Ces différentes étapes ont chacune leur méthodologie expliquée ci-après.

2.1.1 Estimer le nombre de puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue (N_t)

Pour estimer le nombre de puits domestiques sur le territoire de l'Abitibi-Témiscamingue, nous nous sommes servis dans toute la mesure du possible des données disponibles dans les municipalités. Le nombre auquel on aboutit est relativement imprécis parce qu'on ne

possède pas un certain nombre de données de base nécessaires à un recensement plus précis. Il y a un certain nombre de facteurs qui contribuent à l'imprécision de l'estimation du nombre de puits. Il y a d'abord le fait que parfois plusieurs maisons sont rattachées à un seul puits. Il y a aussi le fait que parfois une maison donc un puits comporte plusieurs logements alors que, à l'occasion, le nombre de personnes par logement et la population d'une municipalité ont servi à déterminer le nombre de logements (identifiés alors à une maison); le nombre de puits se trouve ainsi surestimé. Mais, le principal facteur d'inexactitude reste qu'on ne peut savoir le nombre de chalets sans puits. Souvent dans les municipalités, il est impossible de distinguer entre une résidence principale et un chalet, et entre un chalet et plus généralement un camp de chasse ou un camp de pêche.

On a procédé de manière à élaborer une hypothèse minimale, une hypothèse maximale et une hypothèse qui nous semblait la plus probable pour chacune des municipalités. Cela nous permet d'avoir un aperçu de l'imprécision de notre estimation. Quand la municipalité nous donnait un nombre précis de puits, on a pris ce nombre peu importe l'hypothèse retenue. Assez souvent, il a fallu procéder autrement. Il fallait tout d'abord trouver le nombre de résidences permanentes non reliées à un aqueduc à l'intérieur d'une municipalité et le nombre de chalets ou de résidences secondaires qui ont un puits et additionner les deux.

Quand la municipalité pouvait nous fournir ces deux nombres (résidences permanentes et chalets) de façon séparée, nous avons pris le nombre de résidences permanentes et nous avons estimé le nombre de chalets avec un puits selon les trois hypothèses comme suit : dans l'hypothèse minimale, on a estimé à 10 % du nombre total des chalets la proportion de ceux-ci qui avaient un puits. Dans l'hypothèse maximale on l'a estimé à 50 % et dans l'hypothèse intermédiaire à 20 %. Ce nombre probablement est très variable d'une municipalité à l'autre; il a été fixé par l'auteur et reste discutable. Pour le connaître plus précisément, il faudrait effectuer un sondage à travers toute la population de l'Abitibi-Témiscamingue pour savoir quelle proportion possède un chalet et quelle proportion de ces chalets ont un puits. Évidemment, ce sondage ne tiendrait pas compte des chalets loués sur les terrains publics, ni des propriétaires qui habitent hors de l'Abitibi-Témiscamingue et qui ont un chalet dans la région. Ce sondage lui-même serait donc relativement imprécis et il

ne nous a pas paru pertinent de dépenser une telle somme pour avoir une précision à peine plus grande.

Quand la municipalité ne pouvait pas faire la distinction entre les résidences permanentes et les chalets, nous avons estimé au besoin, en l'absence de données plus sûres, le nombre de résidences permanentes en nous servant de la population recensée dans chaque municipalité (Répertoire des municipalités du Québec) et des données du recensement de 1991 sur le nombre de personnes par logement dans chaque MRC. Cela nous a donné une approximation du nombre de résidences permanentes dans chaque municipalité. En soustrayant ce nombre du nombre total de résidences (permanentes et saisonnière) fourni par la municipalité, nous obtenons ainsi l'estimation du nombre total de chalets. Nous avons alors appliqué la même règle du 10 %, 20 % et 50 % pour les trois hypothèses.

Il est à noter que 34 municipalités sur 99 ont pu nous fournir le nombre de chalets qu'elles avaient dans leur municipalité par rapport au nombre total de logements. On voit donc que l'inexactitude du nombre de puits varie entre l'hypothèse minimale et l'hypothèse maximale, surtout à cause du nombre de chalets sans puits qu'il est impossible d'estimer plus précisément.

Méthodologie alternative pour le recensement

Étant donné la relative imprécision de la méthodologie pour estimer le nombre total de puits en Abitibi-Témiscamingue, il nous est apparu important de confirmer le résultat par une autre méthodologie complètement différente, à partir du sondage effectué dans le cadre de cette étude qui avait pour but premier de déterminer les proportions des puits artésiens, de surface dans l'argile et de surface dans le sable.

Ce sondage a été effectué à partir du bottin téléphonique selon la méthode aléatoire simple en excluant dès le départ 11 municipalités de territoires plus urbains pour lesquelles nous considérons que le nombre de puits, en proportion de la population, serait trop faible pour influencer de quelque manière les résultats. Ces municipalités sont Rouyn-Noranda, Val d'Or, Amos, La Sarre, Malartic, Évain, Senneterre, Sullivan, Témiscaming, Ville-Marie et

Macamic. Puisqu'on peut avoir d'après les données du recensement de 1991 la population de ces villes, la population totale de l'Abitibi-Témiscamingue et le nombre de personnes par ménage privé, il devient possible de connaître le nombre de personnes qui habitent un logement où l'eau est fournie par un puits et le nombre de puits domestiques estimés de cette manière. Évidemment, cette méthodologie ne tient pas compte des chalets et des ménages ou chalets qui n'ont pas le téléphone. De plus, il faut ajouter à ces résultats les puits des municipalités urbaines qui ont été exclus du sondage téléphonique. On peut résumer mathématiquement ceci de la façon suivante :

$$\text{Nb. de puits} = \left(\frac{\text{nb. de logements ayant un puits}^{1,2}}{\text{nb. d'appels}^{1,2}} \right) \times \left(\frac{\text{nb. de personnes}^2}{\text{nb. de pers. par logement}} \right) + \text{nb. de puits des 11 municipalités}$$

¹ dans le sondage

² en excluant les 11 municipalités mentionnées

2.1.2 Estimer la proportion de puits appartenant à chacune des trois catégories (p)

Cette estimation a été réalisée à partir d'un sondage téléphonique auprès de 401 personnes qui possèdent un puits domestique choisies aléatoirement selon la méthode aléatoire simple à partir du bottin téléphonique de l'Abitibi-Témiscamingue. Le sondage a été réalisé par la firme Gestion faire inc. de Val-d'Or. La marge d'erreur maximale est de 4,9 % (p = 0,05).

Les appels ont été effectués les 6, 7, 8, 13 et 27 juin 1994 entre 18 h 30 et 21 h 30. Nous avons exclu des appels téléphoniques les personnes habitant les villes suivantes : Rouyn-Noranda, Val d'Or, Amos, Senneterre, La Sarre, Ville-Marie, Macamic, Malartic, Sullivan, Évain, Témiscaming, puisque dans ces municipalités un trop fort pourcentage de résidents (92,9 %) ² n'avaient pas de puits. Malgré cela, il a fallu répertorier 810 numéros de téléphone pour obtenir 401 répondants disant avoir un puits. Il est bien entendu ici que nous devons nous fier aux déclarations des répondants puisqu'il n'y a aucune façon de vérifier si les réponses fournies sont véridiques, à savoir si un puits artésien n'a pas été considéré

² La population totale desservie comptait 89 466 personnes d'après les données du MEF (1995) pour une population totale de 96 307 personnes au recensement de 1991 (Girard 1993).

comme un puits de surface ou l'inverse par exemple. En général les personnes contactées ou alors une autre personne du logement le savaient.

2.1.3 Estimer le taux de contamination de chacune des trois catégories de puits (C)

La méthodologie a consisté à construire un échantillon de 177 puits à partir d'une liste de propriétaires de puits. Comme il n'y avait pas de liste de propriétaires des puits en l'Abitibi-Témiscamingue à partir de laquelle on aurait pu tirer un échantillonnage, nous avons procédé à une campagne d'information et de recrutement afin d'obtenir les noms et adresses de personnes intéressées à faire suivre leur puits pendant toute la durée de l'étude.

Nous avons publicisé le projet dans les journaux et nous avons contacté systématiquement toutes les municipalités de la MRC de Rouyn-Noranda, qui ont accepté de diffuser auprès de leurs citoyens une lettre expliquant le projet et les invitant à communiquer avec nous.

Nous avons aussi communiqué avec certaines municipalités du Témiscamingue reconnues pour leur sol sableux, notamment St-Eugène de Guigues, Fugèreville et Laverlochère. Nous avons également publié les mêmes articles dans les journaux du Témiscamingue. Par d'autres moyens, nous avons essayé de trouver d'autres puits dans le sable, notamment par le bureau local du ministère de l'Agriculture de Ville-Marie et par le curé de Fugèreville.

A cause du recrutement volontaire, il y a donc possiblement 2 biais qui agissent en sens contraire sur le résultat. Il y a peut-être plusieurs volontaires qui doutent de la qualité de leur eau et qui profitent de l'étude pour la faire tester. D'autre part, les personnes qui ont décidé de s'inscrire étaient peut-être des gens particulièrement conscientisés à l'importance d'une eau de qualité, qui avaient un puits bien entretenu.

Grâce à ce recrutement, nous avons pour construire l'échantillon une liste de 75 puits de surface dans l'argile, 21 puits de surface dans le sable et 185 puits artésiens. Pour ces derniers nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire de façon à retenir 80 puits artésiens répartis aléatoirement sur le territoire de la MRC de Rouyn-Noranda. Au cours de l'été, un participant a abandonné son puits de surface dans l'argile et s'est approvisionné à

un nouveau puits artésien, que nous avons ajouté à l'échantillon des puits étudiées, amenant ainsi à 81 le nombre de puits artésiens étudiés. L'échantillon des puits suivis se répartit donc en 81 puits artésiens, 75 puits de surface dans l'argile et 21 puits de surface dans le sable pour un total de 177 puits.

Ces puits ont été ensuite divisés en 6 blocs par semaine et répartis sur 2 semaines, ce qui veut dire 12 groupes au total. En effet, pour pouvoir étudier les puits dans le temps nous avons analysé la moitié des puits situés dans une zone donnée pendant 1 semaine et l'autre moitié dans une autre semaine. Les blocs A, B, C, D, E et F ont été définis à partir de leur situation géographique (regroupement des puits situés dans les mêmes sous-sections géographiques). Comme il n'y avait que 3 jours où on pouvait prélever des échantillons, soit les lundi, mardi et mercredi¹, l'eau des puits des groupes A, B et C a été prélevée par une équipe et celle des groupes D, E, et F par une autre équipe. À noter que le groupe F est celui du Témiscamingue. La répartition géographique des puits étudiés est indiquée à la figure 2.

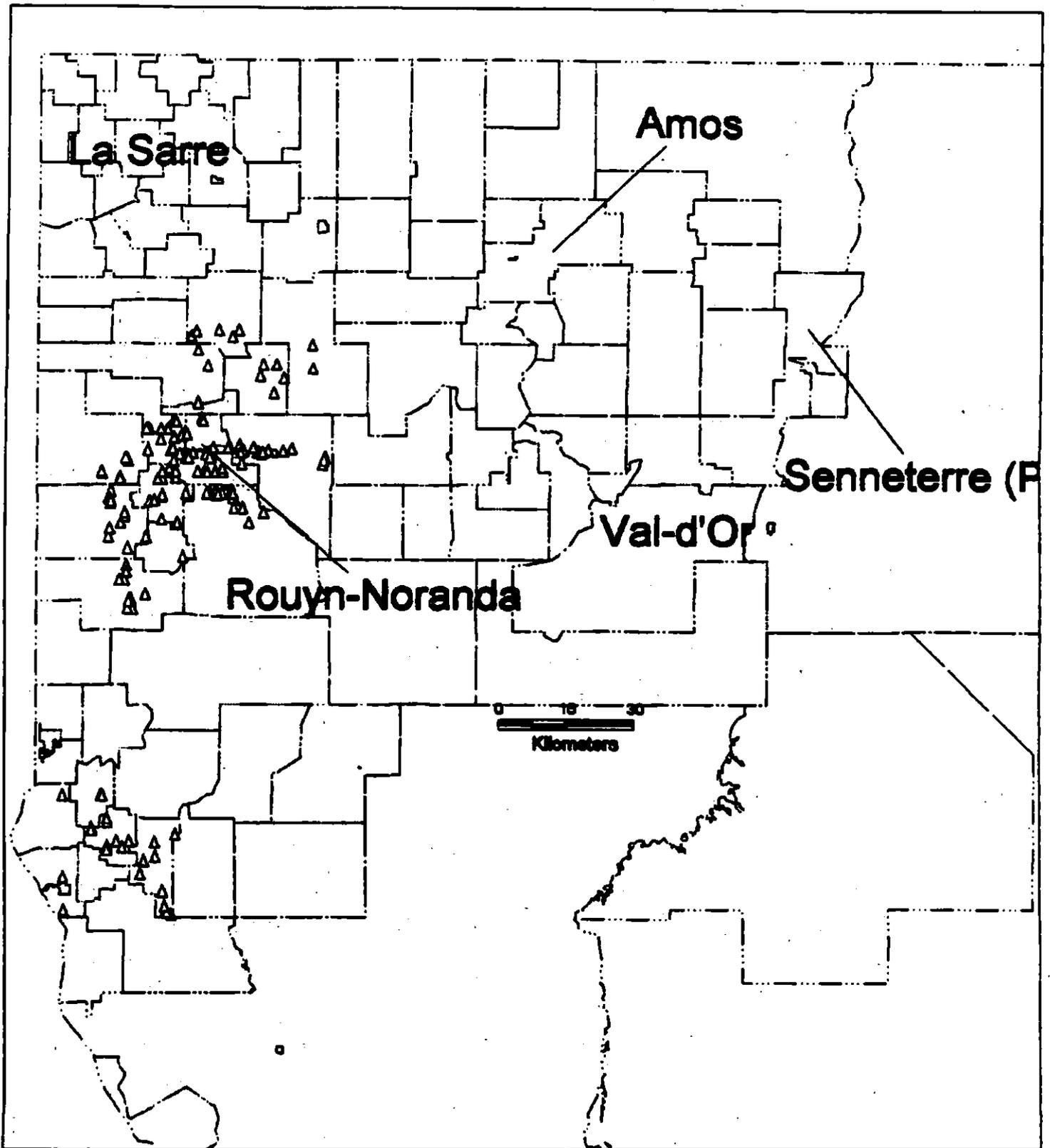
Chaque puits a donc été échantillonné à toutes les deux semaines, les lundi, mardi et mercredi, en alternant la journée d'une semaine de prélèvement à l'autre pour éviter de créer un biais (journée de lavage, arrosage de pelouse). L'horaire des prélèvements est fourni à l'annexe V. Chaque puits a donc été échantillonné 10 fois, sauf exceptions.

Les prélèvements ont été envoyés à Montréal, chaque soir, pour analyse des coliformes totaux et des coliformes fécaux. Ils étaient conservés au frais toute la journée.

Les propriétaires des puits contaminés ont été avisés le plus tôt possible par téléphone puis par écrit de faire bouillir leur eau et de désinfecter leur puits selon la technique de l'annexe II, et ce, à chaque fois qu'un puits était contaminé. La grande majorité ont désinfecté leur puits dans de telles circonstances. Cela a sûrement créé un biais, certains puits auraient plus eu tendance à être contaminés quand un autre échantillon était repris deux semaines plus tard.

1 A cause des délais d'analyses imposés par le transport des échantillons à un laboratoire de Longueuil.

FIGURE 2 : Répartition géographique des puits étudiés



Pour les fins de l'estimation de la prévalence de la contamination, un puits a été considéré contaminé selon les mêmes normes microbiologiques que celles du règlement sur l'eau potable (c. Q-2, r. 4.1), en les divisant en trois catégories distinctes exclusives :

- 1) aussitôt qu'un échantillon contient une bactérie coliforme fécale/100 ml, peu importe le nombre de coliformes totaux (type 1).
ou
- 2) aussitôt qu'un échantillon contient plus de 10 coliformes totaux/100 ml, mais sans contenir de coliformes fécaux (type 2).
ou
- 3) aussitôt que 2 échantillons consécutifs d'un même puits contiennent des bactéries coliformes (mais pas plus de 10 pour le 2^e échantillon dans lequel cas il serait de type 2), compte tenu que les échantillons seront pris aux 2 semaines (type 3)².

Cette division en trois catégories exclusives est résumée au tableau suivant :

TABLEAU 1 : Distinction des contaminations en 3 catégories exclusives

Type	Coliformes fécaux	Coliformes totaux
1	> 0	x
2	0	> 10
3	x*	> 0*
	0	≤ 10

*Résultat de l'échantillon pris 2 semaines avant.

x Représente un nombre quelconque ($x \geq 0$)

La méthodologie utilisée pour les analyses bactériologiques est celle décrite dans «*Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 18^e édition, 1992*» et est résumé en annexe. C'est le laboratoire de la firme Consultants VFG, associé à Environment SM qui a effectué les analyses.

² Ce dernier type répond à la norme qu'il ne doit pas y avoir plus d'un échantillon qui contienne des bactéries coliformes dans le cas d'échantillons prélevés sur une période de 30 jours consécutifs (ref. section 1.1).

2.2 DÉTERMINER LES FACTEURS LES PLUS SIGNIFICATIFS EN REGARD DE LA CONTAMINATION BACTÉRIOLOGIQUE DES PUIITS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

La méthodologie de cette partie a consisté à recueillir à l'aide d'un formulaire (annexe I) rempli par les étudiants embauchés pour le projet, des renseignements sur les facteurs susceptibles de provoquer une contamination microbiologique.

Il s'agit :

- 1) De certaines caractéristiques du puits : type, âge, profondeur, diamètre, étanchéité du couvercle.
- 2) De l'environnement immédiat : le sens de l'écoulement de l'eau de ruissellement près du puits, pente, infiltration possible par la tête du puits ou le tubage, type de sol
- 3) De la proximité de certaines sources de contaminants microbiologiques :
 - fosse septique,
 - puisard,
 - champ d'épuration,
 - puits d'évacuation,
 - décharge d'égout,
 - parc d'animaux,
 - fumier animal.

Ces informations ont été obtenues par une visite sur le terrain des personnes embauchées pour le projet, par observation et mesure quand cela était possible, ou par interrogation du propriétaire pour compléter certaines informations (âge et profondeur du puits).

Un questionnaire final (annexe VII), envoyé avec les résultats et avec une enveloppe pré-adressée et pré-affranchie a permis de collecter l'information sur la présence d'animaux de compagnie.

La description des variables qui ont servi à l'analyse se trouve aux sections suivantes.

Une autre étape a consisté à recueillir des informations sur les précipitations atmosphériques pour vérifier si certains puits sont portés à être contaminés après une pluie. Le prélèvement aux deux semaines de la section 3.1.3 servira aussi à cela.

2.2.1 Les variables dépendantes

Les variables dépendantes quantitatives qui ont été utilisées pour les tests de corrélation sont la contamination totale (types 1, 2 et 3) et la contamination fécale (type 1 seulement). Elles représentent le nombre de fois, ramené en pourcentage, où un puits a été contaminé aux coliformes fécaux (type 1) ou aux coliformes de toute catégorie (types 1, 2 et 3). Ainsi par exemple, un puits où on a pris 10 échantillons pendant la saison et où on aurait trouvé des coliformes fécaux dans deux échantillons aurait une contamination fécale de 20 %; si au total on a trouvé 5 échantillons contaminés, quel que soit le type de la contamination, la contamination totale sera de 50 %.

Des analyses de variance (ANOVA) ont été effectuées sur cette variable pour comparer les trois types de puits retenus (section 3.1.3.1).

Ces variables quantitatives ont été regroupées en deux catégories, pour essayer de cerner plus précisément pourquoi les puits contaminés l'ont été. Il s'agit de la catégorie des puits contaminés au moins une fois aux coliformes³, et de la catégorie des puits jamais contaminés. L'intérêt de cette distinction est de trouver quels facteurs sont assez importants pour expliquer que certains puits ne se contaminent jamais, peu importe la fréquence à laquelle les autres peuvent se contaminer.

³ *Fécaux seulement ou fécaux et totaux selon la variable.*

2.2.2. Les variables Indépendantes

Les variables indépendantes sont de deux types : quantitatives et qualitatives.

Les variables quantitatives sont présentées au tableau suivant.

TABLEAU 2 : Description des variables quantitatives

Variable	Notes
Diamètre (cm)	fourni par le propriétaire ou mesuré
Profondeur (m)	fourni par le propriétaire
Âge	fourni par le propriétaire
Pente vers le puits (mètres/mètres)	mesuré, le plus souvent sur une distance de 3 mètres du puits du côté où l'eau peut s'écouler vers le puits
Fosse septique (1)	mesuré
Puisard (1)	mesuré
Champ d'épuration (1)	mesuré
Puits d'évacuation (1)	mesuré
Égout (1)	mesuré
Animaux (1)	parc d'animaux (bétail), mesuré
< Distance	plus petite distance parmi les sources de contamination retenues

(1) distance en mètres du puits à l'élément considéré; les distances de plus de 30 mètres n'ont pas été retenues.

Les variables qualitatives servent à mettre en relief la présence ou l'absence de certains éléments qui pourraient être des facteurs explicatifs de la contamination, comme en fait foi le tableau suivant.

Il va sans dire que ces distinctions comportent une part d'arbitraire de la part de ceux qui doivent classer un puits dans l'une ou l'autre catégorie. Pour simplifier la présentation des données, nous avons divisé les catégories selon le tableau suivant :

TABLEAU 3 : Description des variables qualitatives

Nom de la variable	Groupe 1	Groupe 2
Couvercle	présence de couvercle étanche au-dessus du sol	absence de couvercle ou non-étanche ou sous le sol
Tuiles	puits composé de tuiles	puits non composé de tuiles
Enterré	puits enterré	puits non enterré
Tête	l'eau peut pénétrer par la tête du puits	eau ne peut pénétrer par la tête du puits
Tubage	eau peut probablement pénétrer par le tubage	eau ne peut probablement pas pénétrer par le tubage
Source	source de contamination au-dessus du puits	pas de source de contamination au-dessus du puits
Animaux de compagnie	présence d'animaux de compagnie	absence d'animaux de compagnie

Pour plusieurs de ces variables, notamment la distance des sources de contamination potentielle, le nombre de puits servant à monter l'échantillon statistique est très faible, du fait qu'il s'agit d'une recherche synthétique et non expérimentale (Contandriopoulos 1989:25). En conséquence, il faudra être prudent dans l'interprétation; l'absence de corrélation entre deux variables dans cette étude ne signifie pas qu'il n'y en aurait pas dans un devis expérimental.

Il faut noter que plusieurs de ces facteurs, même si à eux seuls ils n'expliquent pas de façon significative une différence de contamination, peuvent avoir des effets qui s'additionnent et provoquer une contamination. Ainsi par exemple le fait qu'il y ait une source de contamination au-dessus du puits est à mettre en lien avec la distance de cette source de contamination. Il nous est apparu intéressant d'établir un indice synthétique en additionnant

les facteurs qui pourraient favoriser la contamination. Pour cela, il fallait tout ramener à des variables dichotomiques.

2.2.3 Formation des catégories des variables indépendantes

Les variables quantitatives ont été ramenées en deux catégories selon que la valeur pouvait ou ne pouvait pas entraîner une contamination; le choix de la limite et du sens à donner aux catégories a été fait d'après les données de la littérature ou d'après la tendance des moyennes des variables. Les variables qualitatives ont subi le même traitement.

Toutes les variables ont été considérées de façon dichotomique, c'est-à-dire en catégorie «zéro» (ne présentant pas *a priori* le facteur favorisant la contamination) et en catégorie «un» (présentant un tel caractère), de façon à pouvoir, pour chaque puits, additionner les facteurs favorisant la contamination et donc voir s'il peut y avoir un effet cumulatif des facteurs. Par exemple, les puits artésiens de moins de 30 m de profondeur, qui ont une tendance à être plus contaminés, se retrouvent dans la catégorie 1 et les puits plus profonds dans la catégorie 0. De même pour les variables qualitatives, la présence d'une source de contamination au-dessus du puits est exprimée par la catégorie 1, et son absence par la catégorie 0.

Facteur considéré comme favorisant la contamination	Catégorie 1
Facteur considéré comme ne favorisant pas la contamination	Catégorie 0

Donc un puits qui possède, pour une variable donnée, une caractéristique pour laquelle on a considéré qu'elle favorise la contamination sera intégré à la catégorie 1 pour cette variable, et ainsi pour chaque variable.

Évidemment il faut aussi tenir compte du nombre de puits traités, particulièrement pour les distances des sources de contamination qui ne sont parfois le résultat que de un ou deux puits.

Le tableau suivant fait apparaître les caractéristiques de chacune des catégories des variables traitées de façon dichotomique avec la limite qui a servi à faire la distinction entre la catégorie 1 et la catégorie 0.

TABLEAU 4 : Distinction en catégorie «0» et «1» des variables indépendantes

Variable	Catégorie «0»			Catégorie «1»		
	artésien	s. argile	s. sable	artésien	s. argile	s. sable
Diamètre (cm)	≤ 10	≤ 91	≤ 25	> 10	> 91	> 25
Profondeur (m)	≥ 30	≥ 6	----	< 30	> 6	
Couvercle	avec couvercle			sans couvercle		
Âge (an)	≤ 10			> 10		
Tuile	absence			présence		
Enterré	oui			non		
Sens d'écoulement	autre que vers le puits			vers le puits		
Tête (infiltration par)	non			oui		
Tubage (infiltration par)	non			oui		
Source cont. au-dessus	non			oui		
Animaux de compagnie	absence			présence		
Fosse septique (dist.) (m)	≥ 20			< 20		
Puisard (dist.) (m)	≥ 20			< 20		
Champ d'épuration (dist.) (m)	≥ 20			< 20		
Puits d'évacuation (dist.) (m)	≥ 20			< 20		
Égout (dist.) (m)	≥ 20			< 20		
Animaux (bétail) (dist.) (m)	≥ 20			< 20		

On remarque que pour les distances des sources de contamination, nous avons standardisé la distance à 20 mètres; il ne faut pas oublier que sont exclues du calcul les sources de contamination qui étaient à plus de 30 m du puits.

Le fait de considérer les variables sur une base dichotomique permet de construire un indice pour chaque puits, une valeur qui reflète le nombre total de facteurs favorisant la contamination que possède ce puits. Cette valeur devient une variable quantitative, que nous noterons Σcat , et il devient dès lors possible d'effectuer un test de Student pour voir s'il y a une différence significative entre les catégories de la variable dépendante, «jamais contaminés» et «contaminés». Une des raisons pour ramener tous les facteurs en catégories dichotomiques était de voir si le cumul de ces facteurs pouvait distinguer entre les puits contaminés et les puits jamais contaminés.

Les variables dépendantes ont elles aussi été divisées en catégories dichotomiques : les puits jamais contaminés et les puits contaminés au moins une fois. De cette façon, des tests du χ^2 ont été élaborés entre les variables dichotomiques indépendantes et les variables dichotomiques dépendantes.

2.3 PRODUIRE UN GUIDE DU PROPRIÉTAIRE

Cette étude n'aurait pas été complète si elle n'avait pas inclus une vulgarisation des résultats à la clientèle cible, c'est-à-dire les propriétaires de puits en Abitibi-Témiscamingue. Un document de vulgarisation, intégrant les données de la littérature et les recommandations du MEF, a été produit à leur intention, comportant deux sections :

- l'une expliquant les principaux facteurs affectant la qualité microbiologique de l'eau;
- l'autre donnant des conseils pour l'entretien, l'aménagement et la désinfection des puits.

Ce document a été distribué aux foyers ruraux du territoire (20 600 copies) et aux CLSC et Centres de santé de toute la région.

Le calendrier des événements entourant la diffusion du dépliant est résumé au tableau suivant :

TABLEAU 5 : Stratégie de diffusion du guide

Date	Événement
18 avril 1995	Les Médias reçoivent une convocation à une conférence de presse
20 avril 1995	Conférence de presse, texte et dépliant remis
20 avril 1995	Les médias électroniques en parlent et décrivent le dépliant
21 avril 1995	Envoi de 1 100 dépliantes dans les 6 CLSC et CS de la région qui sera distribué
22 avril 1995	Les journaux gratuits de la fin de semaine en parlent
26 avril 1995	Les journaux payants du mercredi en parlent
27 avril 1995	Entrevue radiophonique de Louis-Marie Poissant avec André Lefebvre
28 avril 1995	Entrevue radiophonique de Louis-Marie Poissant avec Josée Lefebvre
29 avril 1995	20 700 dépliantes sont distribués dans les foyers ruraux de toutes les municipalités de l'Abitibi-Témiscamingue par Distributions J C (journaux le Citoyen ou la poste)

CHAPITRE 3
RÉSULTATS ET ANALYSE DE LA CONTAMINATION

Toutes les données ont été saisies u moyen du chiffrier électronique Excel v.2.2 sur ordinateur Macintosh, et traitées soit par Excel, soit par les logiciels statistiques Statwork et Statview.

3.1 ESTIMER LE NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

3.1.1 Estimer le nombre de puits domestiques en Abitibi-Témiscamingue (N.)

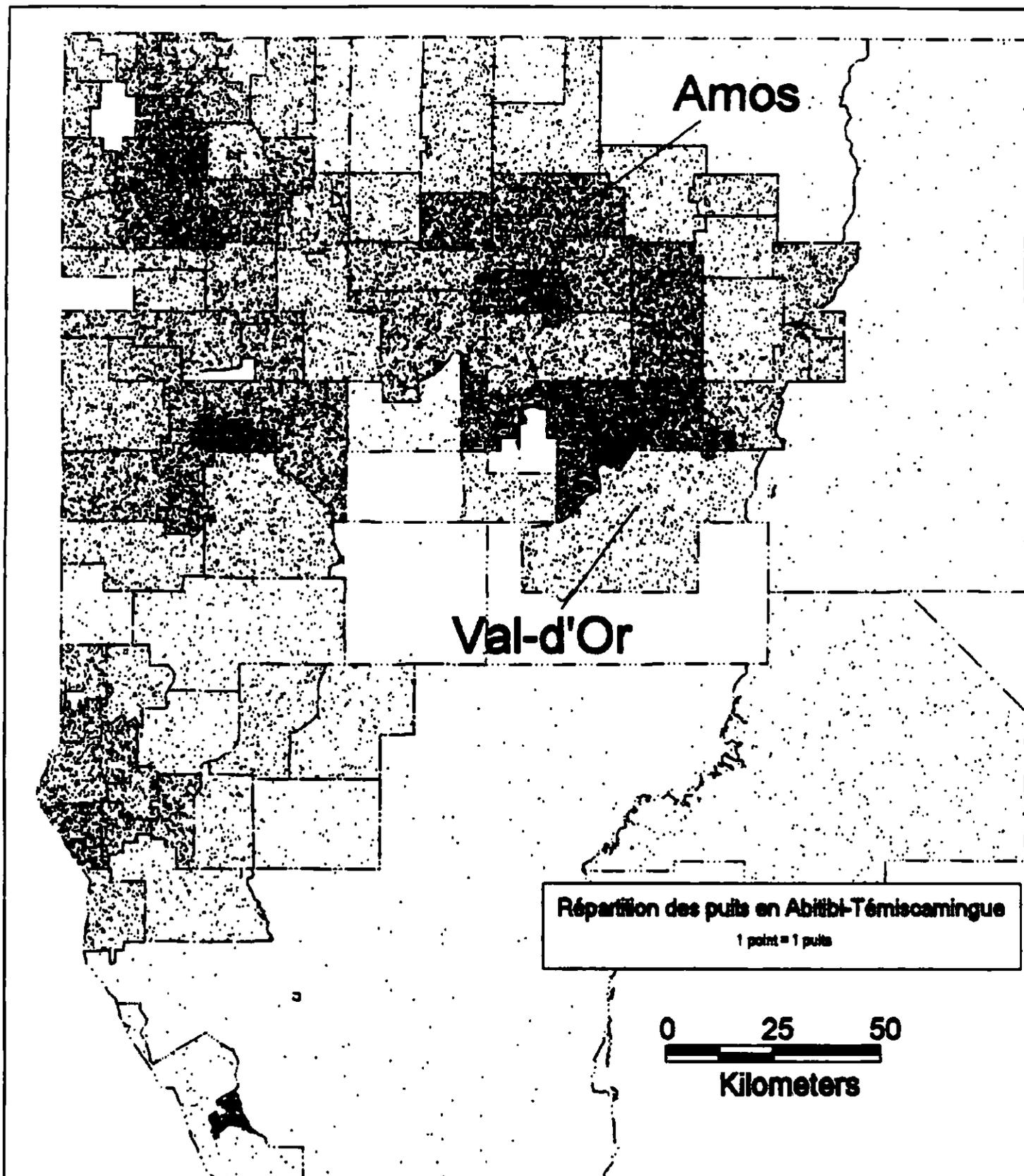
3.1.1.1 Recensement par municipalité

La première méthodologie pour le recensement du nombre de puits consistait à contacter chacune des municipalités et élaborer pour chacune d'elles une hypothèse minimale, une hypothèse maximale et une hypothèse la plus probable selon la méthode décrite dans la section de méthodologie.

Les résultats complets apparaissent en annexe. Selon l'hypothèse minimale, il y aurait 16 102 puits domestiques en Abitibi, selon l'hypothèse maximale 18 649 et selon l'hypothèse dite la plus probable, il y en aurait 16 994. Notons encore une fois que l'hypothèse probable a été effectuée en fixant à 20 % le nombre de chalets qui avaient un puits, quand ce nombre de chalets était possible à identifier.

Le fait de disposer d'une estimation du nombre de puits dans chaque municipalité a permis de cartographier la répartition des puits en région, en distribuant aléatoirement les puits d'une municipalité sur le territoire de celle-ci (figure 3). Cela permet de constater qu'il y a une répartition relativement uniforme des puits en région, avec une densité légèrement supérieure pour les municipalités situées à la périphérie des centres urbains.

FIGURE 3 : Répartition géographique des puits en Abitibi-Témiscamingue



3.1.1.2 Méthodologie selon le sondage et les résultats du recensement de 1991

L'autre méthodologie consiste à se servir du nombre d'appels téléphoniques nécessaires pour rejoindre 400 personnes d'Abitibi-Témiscamingue possédant un puits en excluant les onze municipalités détaillées dans la section sur la méthodologie. Ces onze municipalités selon le recensement de 1991 totalisent 96 307 personnes (Girard 1993). Comme il y a dans le même recensement 151 978 personnes en Abitibi-Témiscamingue, on en conclut qu'il y a 55 671 personnes qui habitent hors de ces villes et qui faisaient donc partie du bassin de personnes pour lequel le sondage téléphonique a été effectué.

Sur ces 55 671 personnes, il y a, selon le sondage, 49,5 % (401/810) de personnes qui ont un logement où l'eau est fournie par un puits. Comme il y a 2,7 personnes par ménage privé en Abitibi-Témiscamingue (Girard 1993 : 43), on peut estimer selon cette méthode qu'il y a 10 206 puits domestiques sur le territoire choisi pour le sondage. Ces données ne tiennent pas compte des chalets et des ménages ou chalets qui n'ont pas le téléphone.

De plus, il faut ajouter à ce nombre selon cette méthode les puits des municipalités urbaines qui ont été exclues du sondage. Si nous ajoutons le nombre de puits de ces municipalités selon l'hypothèse la plus probable développée dans la première méthodologie (2 518 puits pour les 11 municipalités), nous arrivons à un total de 12 724 puits selon cette hypothèse.

En reprenant la formule algébrique de la section 2.1 :

$$\text{Nb. de puits} = \left(\frac{\text{nb. de logements ayant un puits}^{1,2}}{\text{nb. d'appels}^{1,2}} \right) \times \left(\frac{\text{nb. de personnes}^2}{\text{nb. de pers. par logement}} \right) + \text{nb. de puits des 11 municipalités}$$

¹ dans le sondage

² en excluant les 11 municipalités mentionnées

et en y introduisant les données, on obtient :

$$\begin{aligned} \text{Nb. de puits} &= \frac{401}{810} \times \frac{55\,671}{2,7} + 2\,518 \\ &= 10\,206 + 2\,518 \\ &= 12\,724 \text{ puits} \end{aligned}$$

On remarque tout de suite que ce nombre est nettement inférieur aux résultats obtenus selon l'hypothèse la plus probable de la première méthodologie, soit 16 994. Cela nous donne un aperçu de l'imprécision des méthodes. À moins de se lancer dans un sondage plus complexe ou un recensement exhaustif, nous devons nous contenter de cette relative imprécision.

Pour les besoins de cette étude, nous prendrons le nombre de 15 000 puits comme reflétant un ordre de grandeur le plus probable.

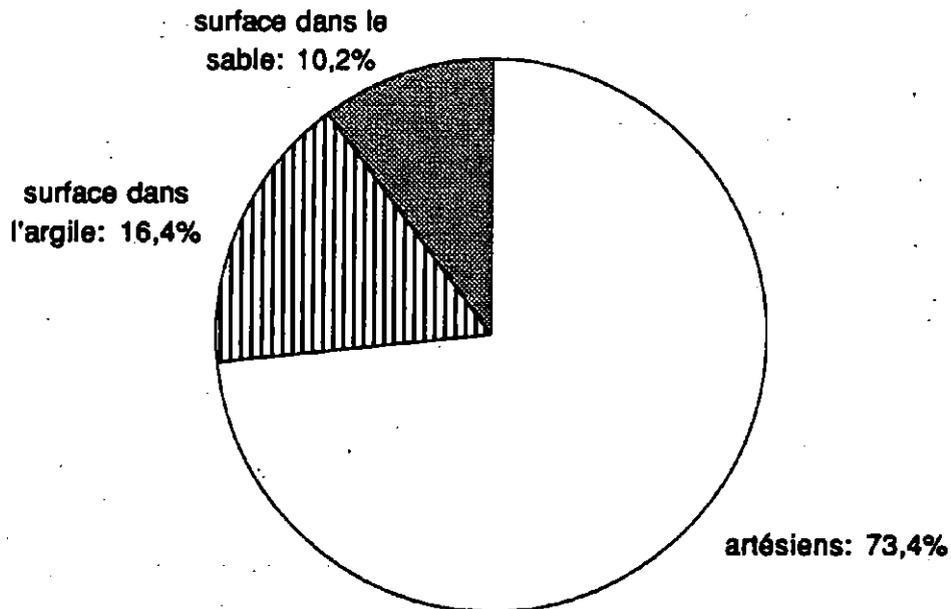
3.1.2 Estimer la proportion des puits appartenant à chacune des trois catégories (p)

Sur les 401 répondants au sondage qui avaient un puits, 5 ne savaient pas s'il avaient un puits de surface ou artésien, et 24 autres ne savaient pas s'il s'agissait d'un puits de surface dans l'argile ou dans le sable. Ces 29 répondants ont donc été exclus, faute de précision. Sur les 372 répondants restant, 273 (73,4 %) ont déclaré avoir des puits artésiens, 61 (16,4 %) des puits de surface dans l'argile et 38 (10,2 %) des puits de surface dans le sable. Ces données, incluant les intervalles de confiance ($p = 0,05$), sont résumées au tableau suivant et illustrées graphiquement plus bas.

TABLEAU 6 : Proportion des 3 types de puits en Abitibi-Témiscamingue

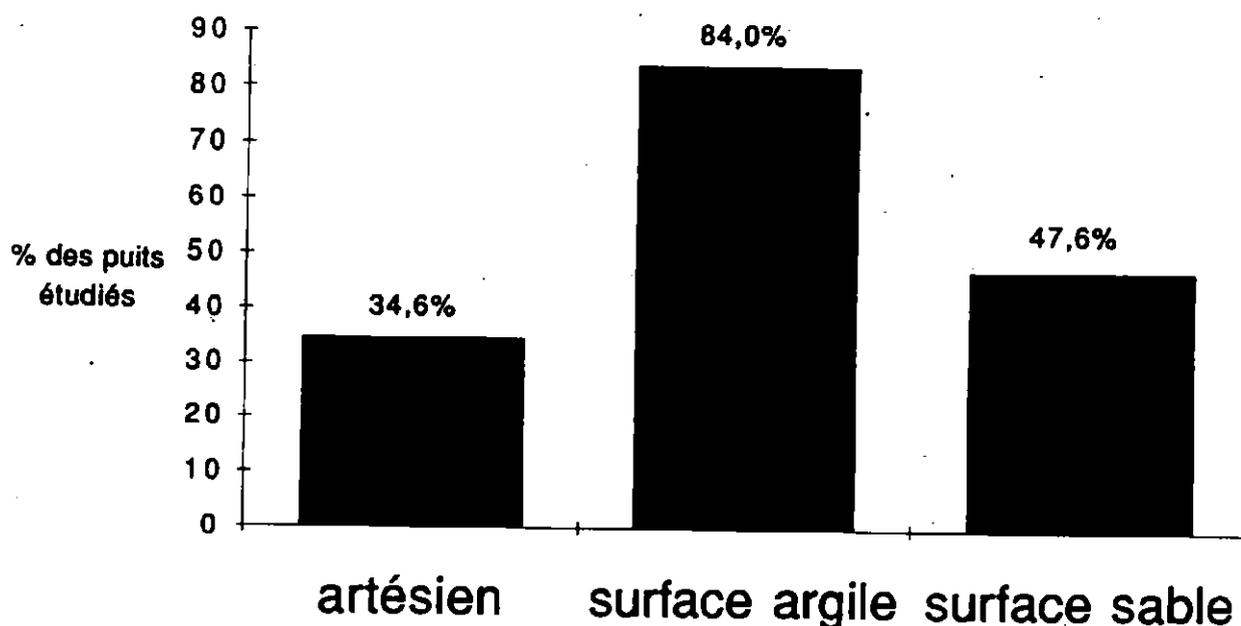
$P_{ART} = 0,734$ (I.C. 95 %) : 0,689 – 0,779)
$P_{SA} = 0,164$ (I.C. 95 %) : 0,126 – 0,202)
$P_{SS} = 0,102$ (I.C. 95 %) : 0,071 – 0,133)

On voit donc que la grande majorité des puits sont artésiens, suivi par une fraction importante de puits de surface dans l'argile. Cela n'est pas étonnant compte tenu que les dépôts meubles en Abitibi-Témiscamingue sont surtout argileux.

FIGURE 4 : Proportion des 3 types de puits en abitibi-Témiscamingue

3.1.3 Estimer le taux de contamination de chacun des trois types de puits (C_1 et $C_{cc.t}$)

En ce qui concerne les puits ayant fait l'objet d'une série de prélèvements d'eau, le pourcentage de contamination a été calculé à la suite des résultats des analyses d'eau. Un puits a été considéré contaminé pour ce volet de l'étude selon les critères du Règlement sur l'eau potable (voir 3.1.3). La variable C_1 reflète le nombre de puits qui se sont retrouvés contaminés au moins une fois, quel que soit le type de contamination (1, 2 ou 3) divisé par le nombre de puits du même type échantillonné. Les résultats apparaissent sur le graphique suivant :

FIGURE 5 : Pourcentage des puits contaminés au moins une fois (C)

À un niveau de confiance de 95 %, les marges d'erreur des variables C_{ART} , C_{SA} et C_{SS} sont respectivement 10,4 %, 8,3 % et 21,4 %. L'importante marge d'erreur sur les taux de contamination des puits de surface dans le sable est due au faible nombre de puits échantillonnés. Le tout est résumé dans le tableau suivant :

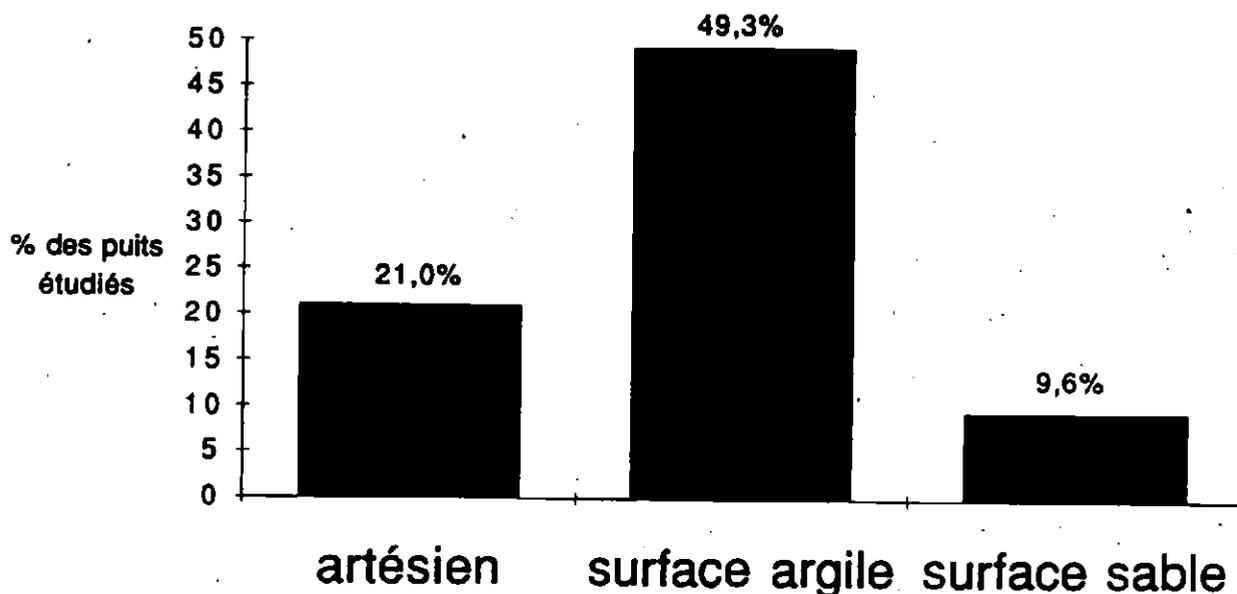
TABEAU 7 : Taux de contamination (pourcentage des puits contaminés au moins une fois) des trois types de puits

$C_{ART} = 0,346$ (I.C.: 0,242 - 0,450, $p = 0,05$)
$C_{SA} = 0,840$ (I.C.: 0,757 - 0,923, $p = 0,05$)
$C_{SS} = 0,476$ (I.C.: 0,262 - 0,690, $p = 0,05$)

Le même exercice a été repris en ne tenant compte que des coliformes fécaux, ce qui nous permet de savoir quelle proportion est plus immédiatement susceptible de créer des problèmes de santé. Cette variable dépendante notée $C_{(C.f.)}$, servira de mesure alternative de la contamination. Les résultats apparaissent au tableau suivant et exprimés graphiquement sur la figure qui lui correspond.

TABLEAU 8 : Taux de contamination fécale (= proportion des puits contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux) des trois types de puits

$C_{ART(C.I.)} = 0,210$ (I.C.: 0,12 - 0,30, $p = 0,05$)
$C_{SA(C.I.)} = 0,493$ (I.C.: 0,38 - 0,61, $p = 0,05$)
$C_{SS(C.I.)} = 0,096$ (I.C.: 0 - 0,22, $p = 0,05$)

FIGURE 6 : Pourcentage des puits contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux ($C_{(C.I.)}$)

On remarque qu'il y a encore un fort pourcentage de puits de surface dans l'argile (49,3 %) qui ont été contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux¹. Ce qui est plus étonnant, c'est quand on regarde la proportion des puits contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux par rapport à la proportion de puits contaminés au moins une fois ($C_{(C.I.)} / C_i$). Ces rapports sont de 0,610 pour les puits artésiens, 0,586 pour les puits de surface dans l'argile et 0,201 pour les puits de surface dans le sable. En somme, il y a proportionnellement plus de puits de surface dans le sable qui sont contaminés que les puits artésiens, mais ces

1. Ces puits représentent donc, et de loin, ceux qui sont le plus souvent contaminés.

mêmes puits dans le sable sont moins contaminés aux coliformes fécaux (9,6 %) que les puits artésiens (21,0 %). Une hypothèse : les puits de surface reçoivent plus souvent des bactéries par les précipitations, mais les coliformes fécaux n'ont pas le temps de traverser la barrière du sable, car ils ne persistent pas longtemps dans l'environnement. Le sable est aussi reconnu comme un filtre naturel contre les bactéries (Gerba 1984 : 67). D'autre part les puits artésiens, tout en recevant moins de bactéries, ont des conditions qui permettent la survie ou la croissance des coliformes fécaux, à cause notamment de la longueur du système d'amenée d'eau (profondeur du puits) et donc la présence possible d'un biofilm plus important. On note aussi que les bactéries survivent plus longtemps dans l'eau souterraine que dans l'eau de surface (Gerba 1984 : 83).

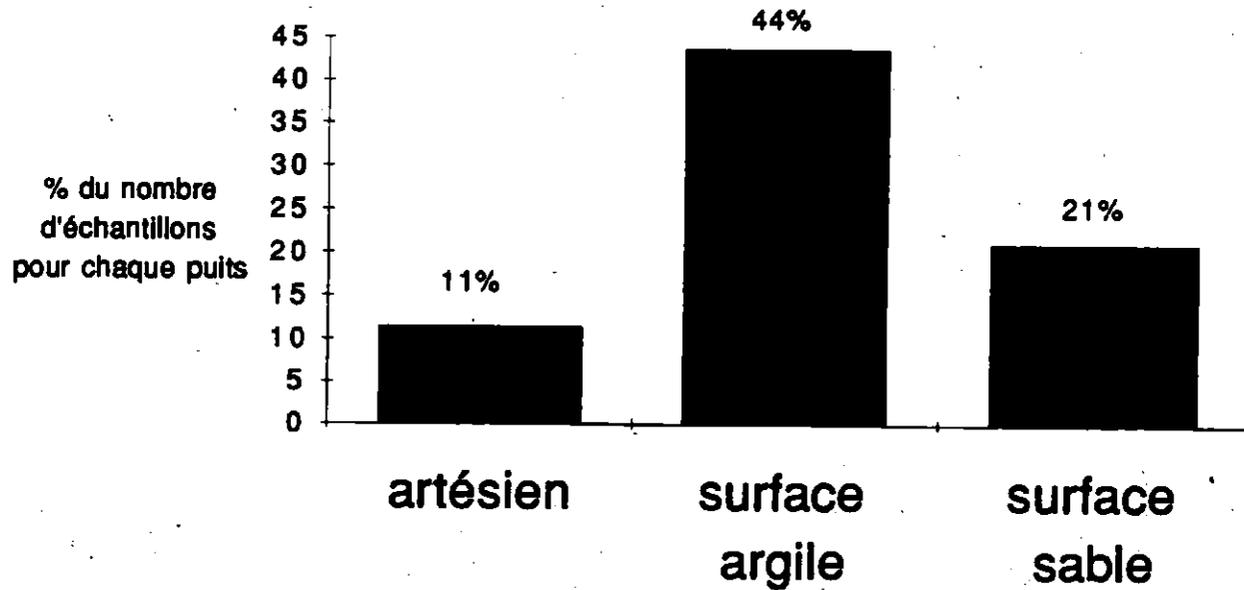
3.1.3.1 Fréquence de contamination

La plupart des puits ont été échantillonnés dix fois entre le 25 avril et le 7 septembre. Comme un certain nombre ne l'ont été que 8 ou 9 fois ou moins, nous avons tout ramené sur une base de pourcentage pour faciliter les comparaisons. Ainsi, en moyenne, chaque puits artésien a été contaminé 11 % des fois où l'eau a été analysée, les puits de surface dans l'argile 44 % des fois et les puits de surface dans le sable 21 %.

Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée pour savoir s'il y a une différence significative du pourcentage de contamination entre les trois catégories de puits. C'est effectivement le cas, à un seuil $p = 0,0001$ ($F = 26,86$, ddl intergroupe = 2, ddl intragroupe = 174).

Pris deux à deux, on trouve une différence significative ($p = 0,01$) entre les puits artésiens et les puits de surface dans l'argile et entre ces derniers et les puits de surface dans le sable. Mais il n'y a pas de différence significative entre les puits artésiens et les puits de surface dans le sable, même à un seuil $p = 0,05$.

FIGURE 7 : Fréquence, exprimée en pourcentage du nombre total d'échantillons pour chaque puits, de la contamination par des coliformes totaux et fécaux pour les trois types de puits

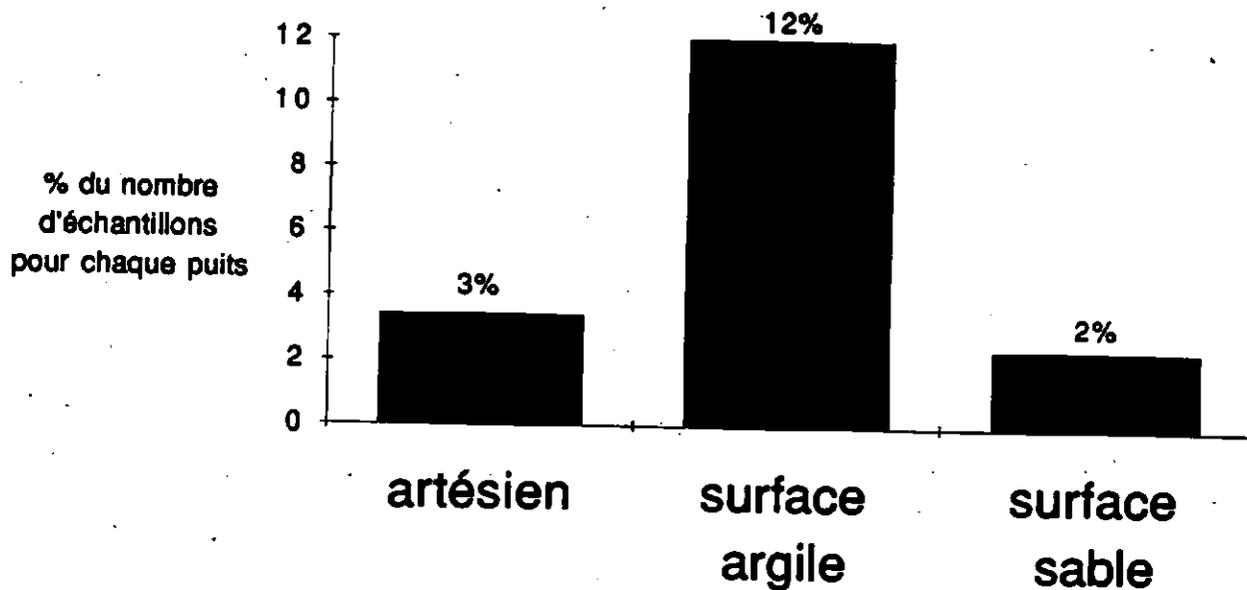


En faisant la même analyse pour les coliformes fécaux seulement, on observe le même phénomène que celui observé précédemment : les puits de surface dans le sable sont en moyenne à peu près aussi souvent contaminés aux coliformes fécaux que les puits artésiens (2 % contre 3 % pour ces derniers), bien que les puits de surface étaient 2 fois plus souvent contaminés aux coliformes que les puits artésiens.

L'analyse de variance a montré une différence significative du pourcentage de contamination du type 1 entre les 3 types de puits, à un seuil $p = 0,0001$ ($F = 12,22$, ddl intergroupe = 2, ddl intragroupe = 174).

Comme pour la contamination de tous types, on trouve une différence significative ($p = 0,01$) entre les puits de surface dans l'argile et chacun des 2 autres types de puits, mais pas entre les puits artésiens et les puits de surface dans le sable, même à un seuil $p = 0,05$.

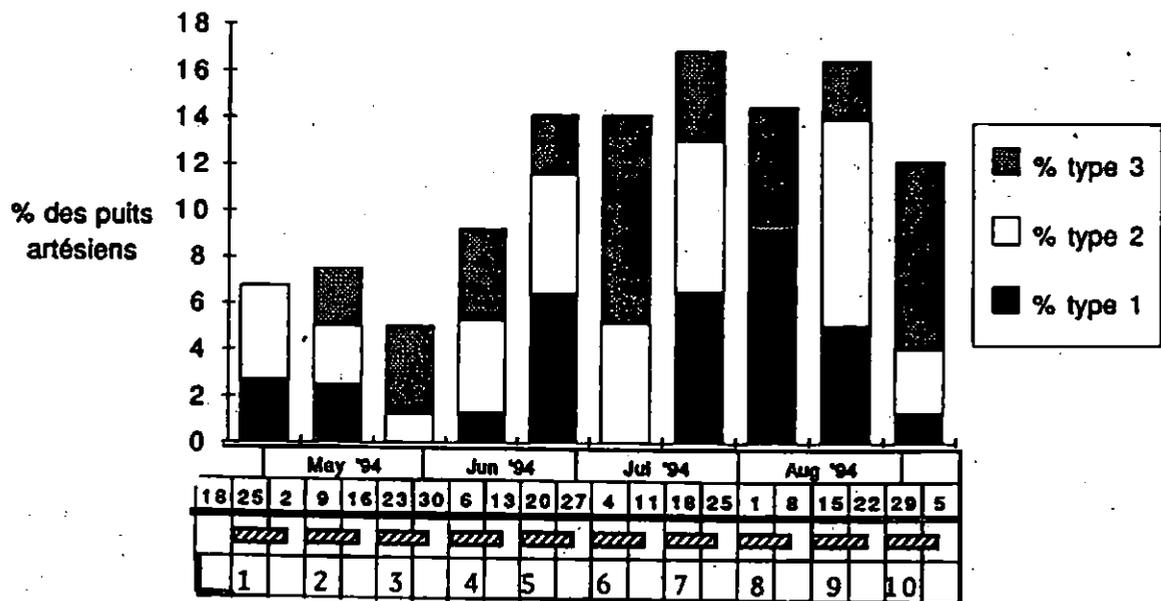
FIGURE 8 : Fréquence, exprimée en pourcentage du nombre total d'échantillons pour chaque puits, de la contamination fécale pour les trois types de puits



3.1.3.2 Variation temporelle de la contamination

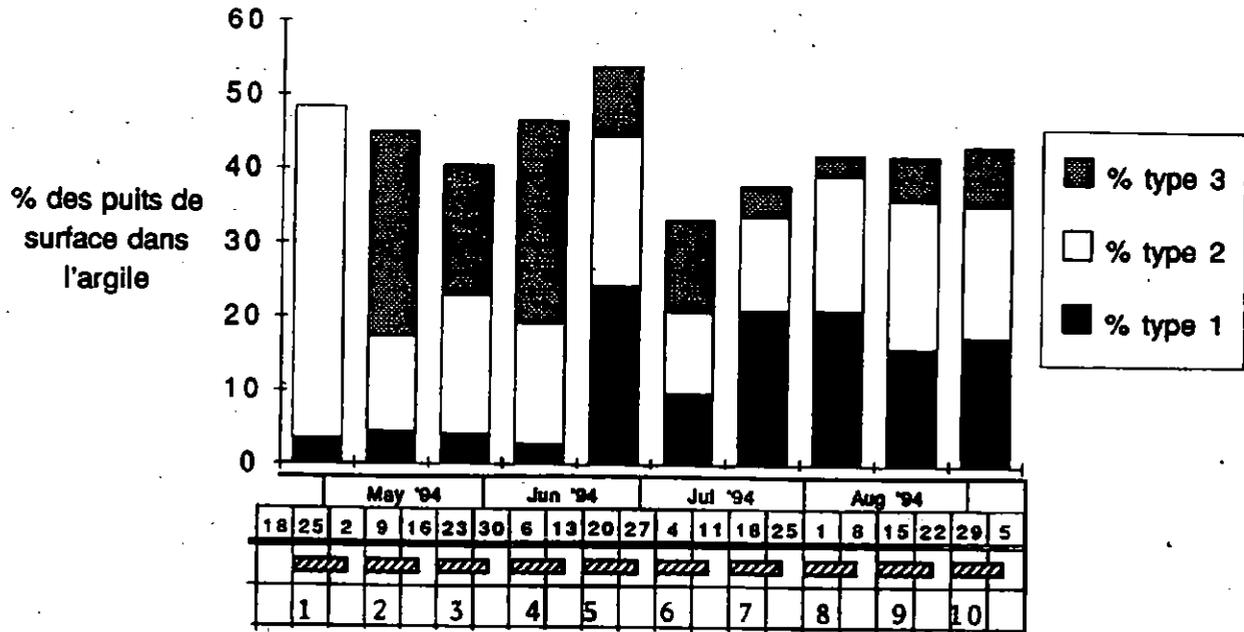
La section précédente nous donne un aperçu global de la contamination, mais ne permet pas de savoir s'il y a une variation temporelle. Chaque type de puits a été étudié séparément, en regroupant par période de deux semaines les prélèvements pris. Rappelons que ce sont les mêmes puits qui étaient suivis aux deux semaines. Les résultats sont indiqués aux trois figures suivantes.

FIGURE 9 : Pourcentage des puits artésiens contaminés selon la période et le type de contamination



Pour les puits artésiens (figure 9), on voit que c'est dans la période du 20 juin au 20 août (périodes 5 à 9) qu'il y a eu le plus de contamination à la fois totale et fécale.

FIGURE 10 : Pourcentage des puits de surface dans l'argile contaminés selon la période et le type de contamination



Dans les puits de surface dans l'argile on remarque d'abord que le pourcentage de contamination est beaucoup plus élevé que les puits artésiens : 30 à 50 % contre 5 à 15 % pour les puits artésiens. Il y a relativement peu de variations pour la contamination totale mais on remarque qu'il y a un grand nombre de puits qui sont contaminés aux coliformes totaux non-fécaux au printemps. Mais à partir du 20 juin, donc en même temps que les puits artésiens, il y a plus de puits qui sont contaminés aux coliformes fécaux.

3.1.3.3 Classes de contamination

Il nous est apparu intéressant de voir, à l'intérieur de chaque type de puits, comment ces puits se distribuaient selon le pourcentage de leurs prélèvements qui se sont retrouvés contaminés. Cela permet de savoir dans quelle mesure les puits qui ont été contaminés au mois une fois l'ont été plusieurs fois. Six classes ont été sélectionnées : une classe avec aucune contamination et cinq classes (dont la somme correspond donc aux C_i) de 20 % chacune. L'exercice a été fait pour l'ensemble des trois types de contamination (contamination totale) et pour la contamination fécale seulement.

FIGURE 12 : Répartition des puits selon la fréquence des contaminations (contamination totale)

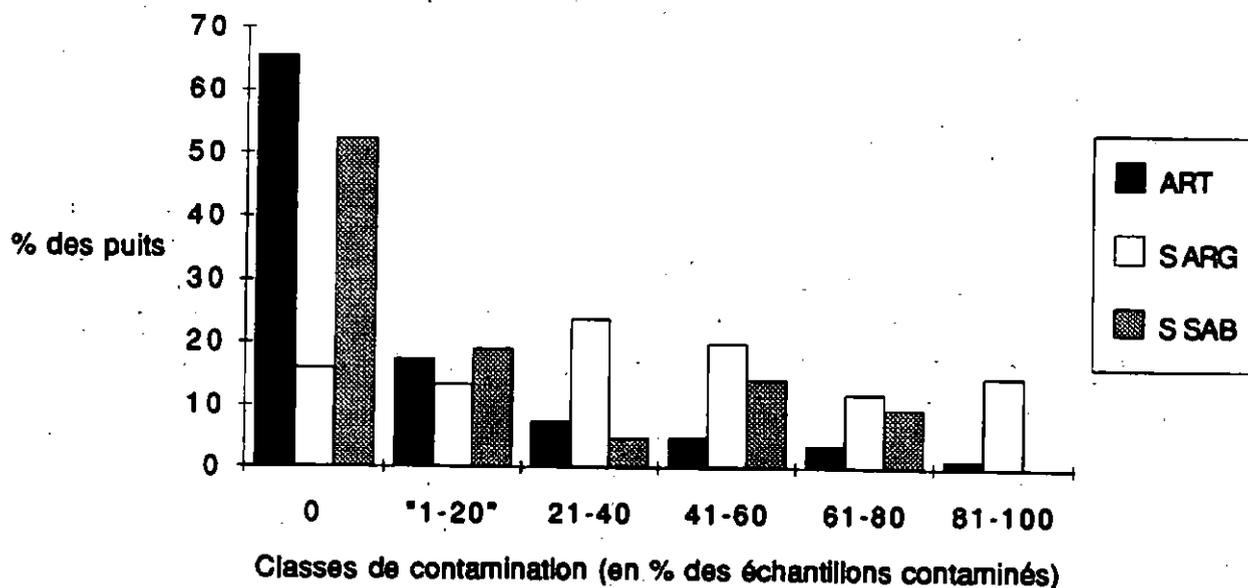
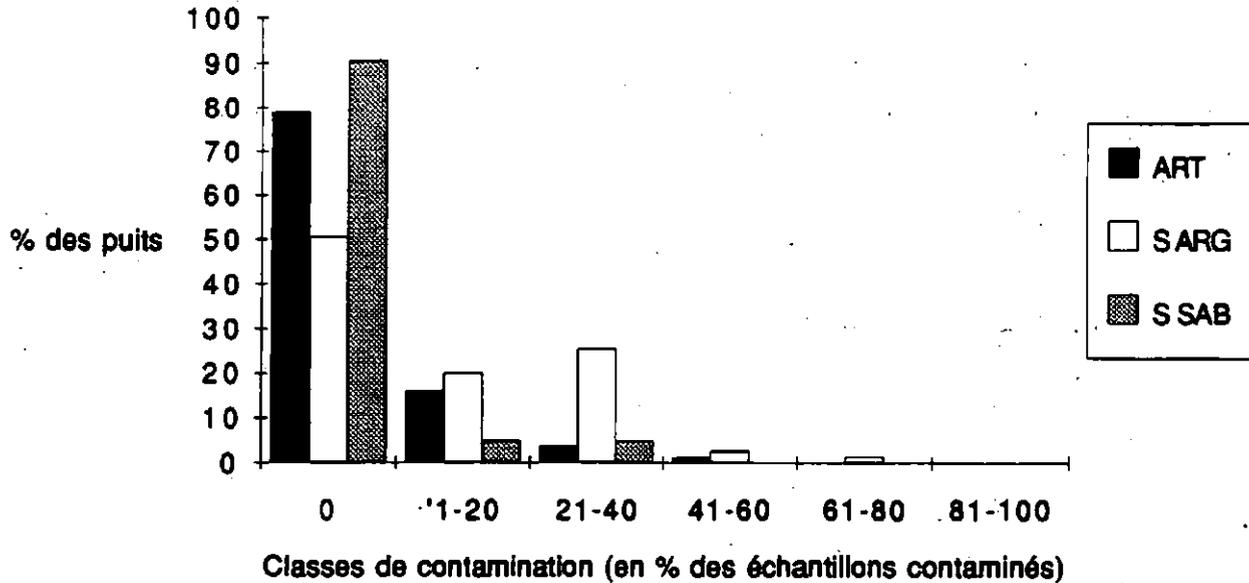


FIGURE 13 : Répartition des puits selon la fréquence des contaminations (contamination fécale)

On voit que la répartition est assez différente selon le type de puits. En ce qui concerne la contamination totale, le nombre de puits artésiens diminue graduellement, les puits de surface dans l'argile auraient une courbe plus ou moins normale avec un écart-type très grand, et les puits de surface dans le sable semblent être composés de deux sous-groupes. Encore une fois, dans ce dernier cas, le petit nombre de puits invite à la prudence; ainsi le 15 % de puits dans le sable dont 41 à 60 % des prélèvements ont été contaminés ne correspond qu'à 3 puits.

Le graphique sur la répartition des puits selon la fréquence de contamination fécale (figure 10) met en lumière mieux que tout autre la différence entre les puits de surface dans l'argile et les autres. Alors que le nombre de puits artésiens et de surfaces dans le sable diminue d'une classe à l'autre, les puits de surface dans l'argile montrent un plus grand nombre de puits ayant de 21 à 40 % d'échantillons contaminés que de puits ayant de 1 à 20 % d'échantillons contaminés.

3.1.3.4 Le nombre de coliformes dans les échantillons

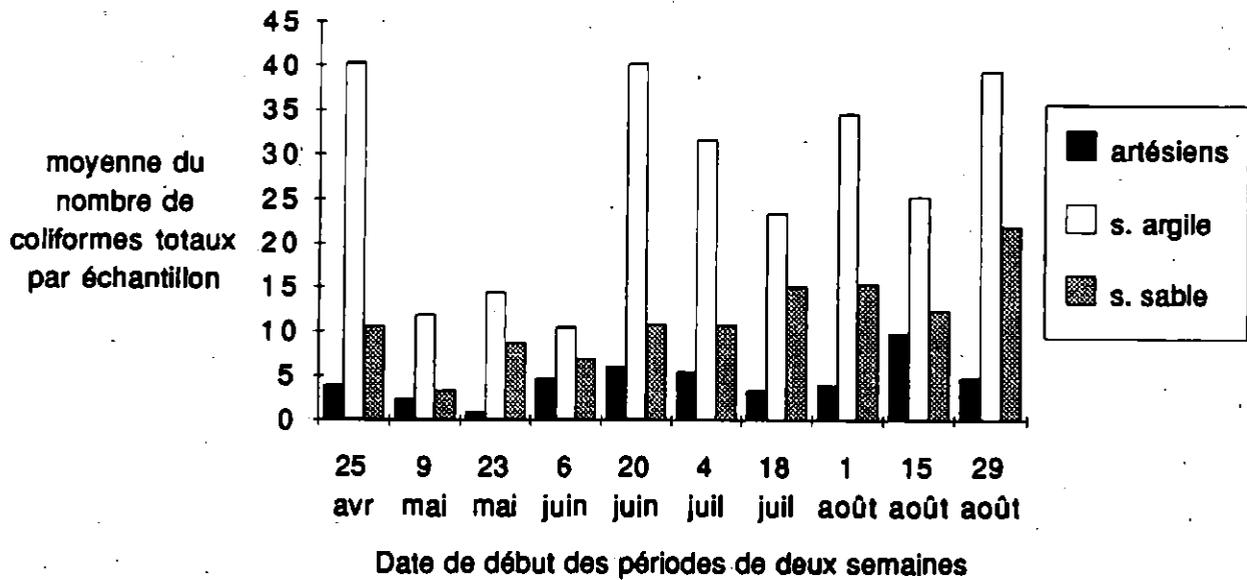
Les puits ne diffèrent pas seulement entre eux par le fait qu'ils ont ou n'ont pas de coliformes, mais aussi sur le nombre de coliformes qu'ils ont quand ils sont contaminés. Certains avaient fréquemment des coliformes trop nombreux pour être comptés (TNC). Il nous est apparu intéressant d'inclure ces données dans l'étude, puisqu'on peut supposer que les puits où on trouve beaucoup de coliformes sont moins étanches.

Pour être capable de faire des moyennes du nombre de coliformes avec des échantillons dont les coliformes étaient trop nombreux pour être comptés (TNC), il a fallu s'entendre sur une valeur numérique. Nous avons donné la valeur de 200 coliformes pour les échantillons identifiés "TNC" et la valeur de 100 coliformes pour la valeur donnée par le laboratoire "plus de 100". Cette estimation serait un peu conservatrice, les échantillons TNC ayant souvent semble-t-il plus de 200 coliformes, d'après le laboratoire d'analyse. En somme, les données qui feront état d'un grand nombre de coliformes montreraient un nombre de coliformes encore plus grand si on avait pu les dénombrer. Malgré cette lacune, il nous est apparu intéressant de faire le calcul parce que la contamination est plus forte s'il y a plus de coliformes, et cela permet de comparer les types de puits entre eux sur ce facteur.

La figure suivante montre le nombre moyen de coliformes totaux par échantillon selon la période et le type de puits. On remarque que les puits artésiens ont toujours le moins de coliformes totaux, suivi par les puits de surface dans le sable. Les puits de surface dans l'argile ont toujours beaucoup plus de coliformes totaux. Ainsi, par exemple, pour la période commençant le 20 juin, les puits artésiens ont eu, en moyenne, 6 coliformes totaux (ces données incluent les puits artésiens n'ayant aucun coliforme), les puits de surface dans le sable en ont eu en moyenne 11, et les puits de surface dans l'argile ont eu en moyenne 40 coliformes totaux.

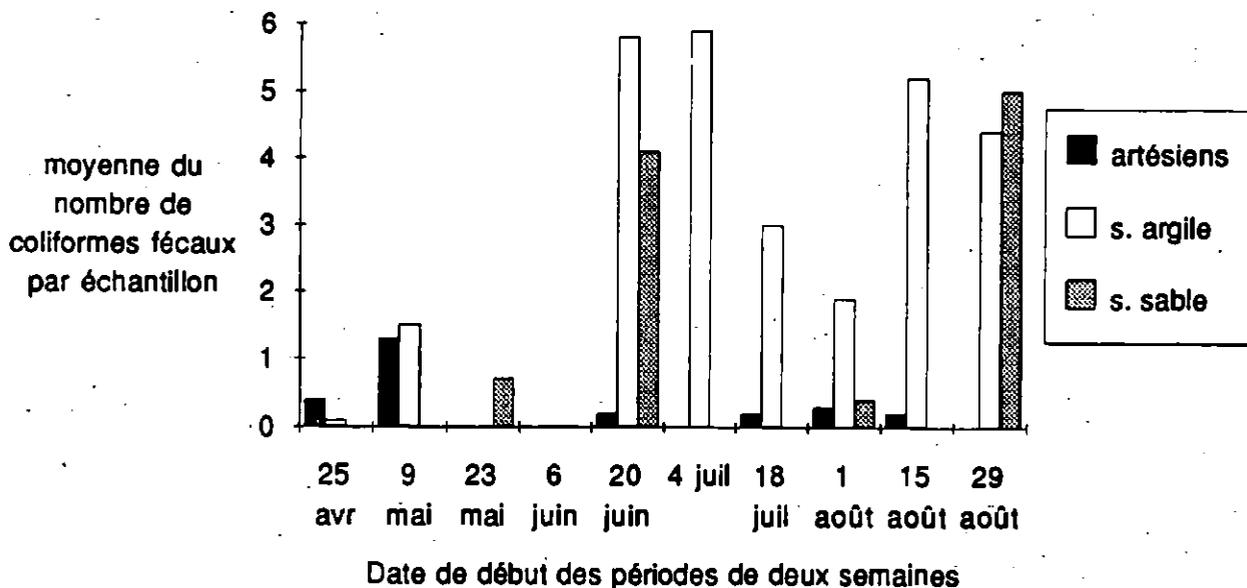
La figure nous montre aussi qu'il y a en général davantage de coliformes totaux dans l'eau à partir de la mi-juin, pour tous les types de puits, mais de façon particulièrement évidente pour les puits de surface dans l'argile.

FIGURE 14 : Nombre moyen de coliformes totaux par échantillon selon la période et le type de puits



Les mêmes calculs ont été refaits pour les coliformes fécaux seulement (figure 15). Le même schéma général prévaut, mais la différence entre les puits de surface dans l'argile et les puits artésiens est plus forte. Ainsi, pour plusieurs périodes, aucun puits artésien n'avait de coliformes fécaux, et quand il y en avait la moyenne n'a dépassé 1 coliforme fécal qu'une fois.

FIGURE 15 : Nombre moyen de coliformes fécaux par échantillon selon la période et le type de puits

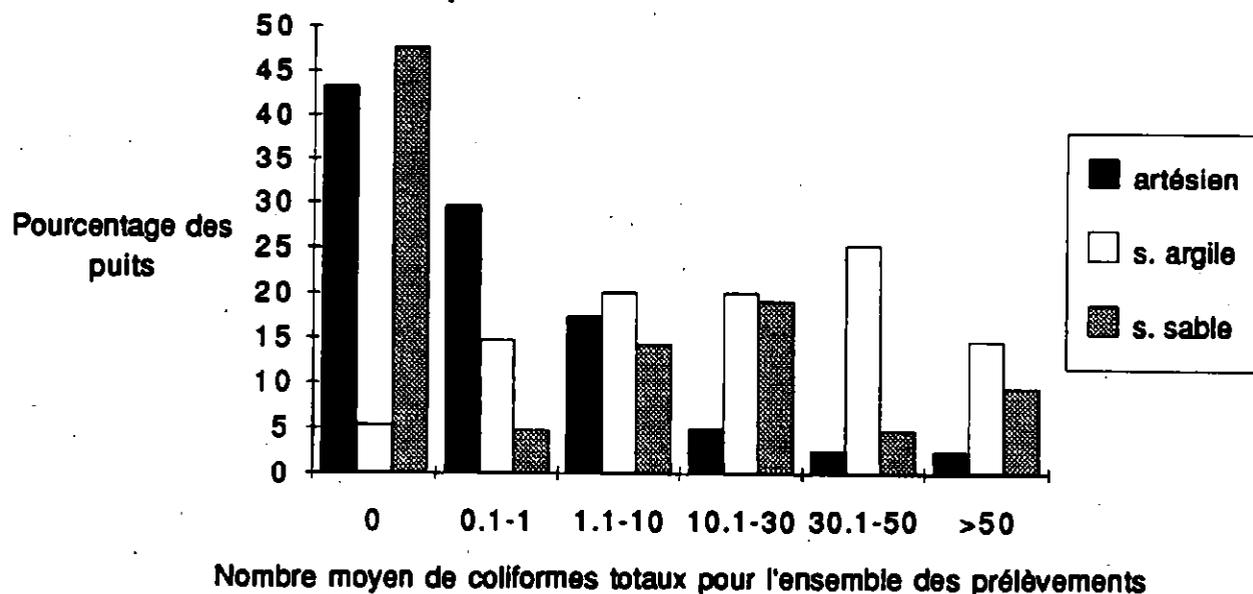


Les puits de surface dans l'argile ont à peu près le même comportement que les puits artésiens avant le 20 juin, mais après cette date le nombre moyen de coliformes fécaux dans les puits de surface dans l'argile est beaucoup plus élevé; cela traduit d'une part que chaque puits contaminé a plus de coliformes fécaux, et que beaucoup plus de puits sont contaminés aux coliformes fécaux. Quant aux puits de surface dans le sable, ils ont un comportement plutôt erratique qui s'explique par le fait que, sauf pour la période commençant le 1 août, la contamination était due à un seul des 21 puits qui était à l'occasion fortement contaminé.

3.1.3.5 Classes du nombre de coliformes

Les puits se comportent donc différemment eu égard au nombre de coliformes selon le type de puits et la période. Mais comment se répartissent les puits d'une même catégorie en ce qui concerne le nombre de coliformes? Pour répondre à cette question, nous avons calculé le nombre moyen de coliformes sur l'ensemble des échantillons qu'un puits a eu pendant toute la durée des prélèvements (habituellement 10), et nous les avons répartis en classes comme le montre la figure suivante. Ainsi, par exemple, si un puits a été échantillonné dix fois et qu'on a trouvé 1 coliforme une seule fois et aucun coliforme les autres fois, le nombre moyen sera de 0.1.

FIGURE 16 Proportion des puits (en pourcentage des puits de chaque type) répartis selon des classes du nombre moyen de coliformes totaux pour l'ensemble des prélèvements

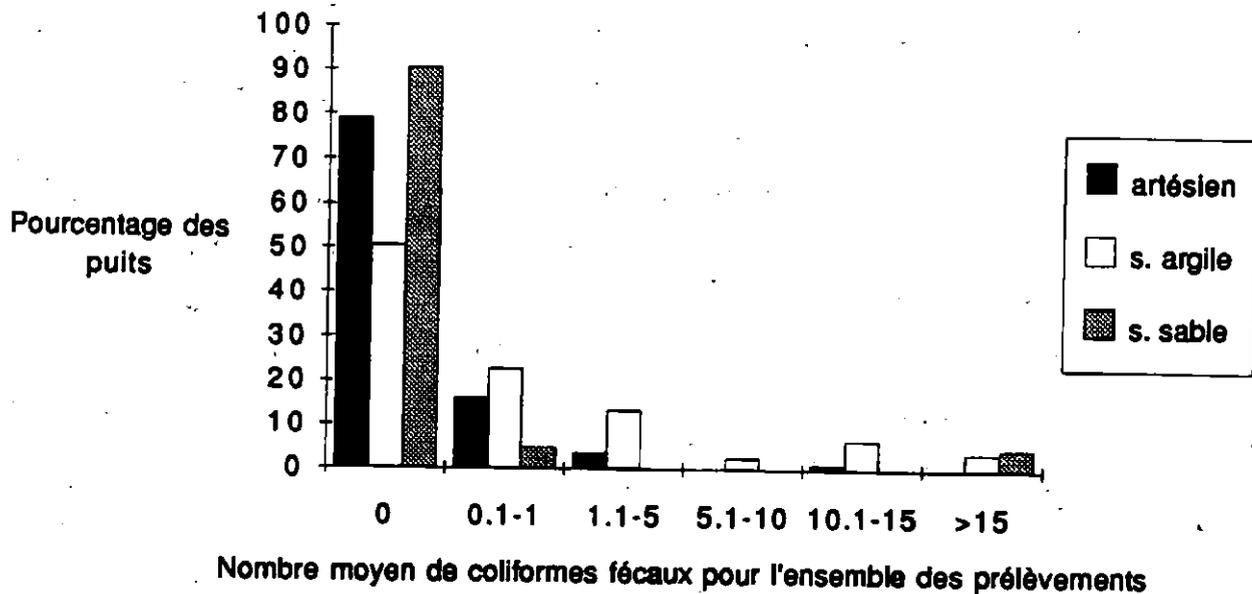


On peut voir que 43% des puits artésiens, 47 % des puits de surface dans le sable et seulement 5% des puits de surface dans l'argile n'ont jamais eu de coliformes. Le nombre de puits artésiens est de moins en moins important à mesure que les classes expriment un plus grand nombre moyen de coliformes pour l'ensemble des échantillons. Il reste quand même deux puits artésiens qui ont en moyenne plus de 50 coliformes dans leurs échantillons. Pour les puits de surface dans l'argile, le portrait est moins reluisant et plus variable. Un grand nombre de puits ont entre 30 et 50 coliformes totaux en moyenne pour leurs échantillons, et une majorité (59 %) ont en moyenne plus de 10 coliformes totaux pour leurs échantillons. Quand on se souvient que c'est la norme pour la qualité de l'eau potable pour les aqueducs municipaux pour un seul échantillon, on mesure l'importance du problème. Enfin, en ce qui concerne les puits de surface dans le sable, le graphique montre qu'il semble y avoir deux sous-groupes parmi ce type de puits, soit les pointes filtrantes qui ne sont presque jamais contaminées, et les puits de surface à grand diamètre qui se comportent davantage comme des puits de surface dans l'argile.

Les mêmes calculs ont été refaits pour les coliformes fécaux seulement, et sont représentés sur la figure suivante.

La différence entre les puits de surface dans l'argile et les autres types est encore ici importante. Environ le quart des puits de surface dans l'argile ont en moyenne plus de 1 coliforme fécal pour l'ensemble de leurs échantillons. Les puits de surface dans le sable, quant à eux, sont très peu contaminés aux coliformes fécaux.

FIGURE 17 Proportion des puits (en pourcentage des puits de chaque type) répartis selon des classes du nombre moyen de coliformes fécaux pour l'ensemble des prélèvements



3.1.4 Estimation du nombre de puits contaminés

Revenons à la formule du départ :

$$N_c = N_t(p_{art} C_{art} + p_{sa} C_{sa} + p_{ca} C_{ca}),$$

où :

N_t = le nombre de puits total estimé en Abitibi-Témiscamingue;

p_i = la proportion estimée des 3 types de puits en Abitibi-Témiscamingue ($\sum p_i = 1$);

C_i = la proportion des puits étudiés dans chaque catégorie qui se sont retrouvés contaminés au moins une fois du 25 avril au 7 septembre.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU 9 : Résumé des proportions de type de puits et de la contamination par type de puits

Type de puits	P_i	C_i	$P_i C_i$ (I.C., $p=0,05$)
Artésien	0,734	0,346	0,254 (0,162 - 0,346)
Surface dans l'argile	0,164	0,840	0,138 (0,093 - 0,183)
Surface dans le sable	0,102	0,476	0,049 (0,012 - 0,085)

Pour trouver le nombre de puits contaminés, nous pouvons appliquer ces nombres obtenus dans les sections précédentes, ce qui donne :

$$\begin{aligned}
 N_c &= 15\,000 (0,734 \times 0,346 + 0,164 \times 0,840 + 0,102 \times 0,476) \\
 &= 15\,000 (0,254 + 0,138 + 0,049) \\
 &= 15\,000 (0,441) \\
 &= 6\,620
 \end{aligned}$$

Selon cette estimation, il y a donc 44,1 % des puits de toute catégorie qui se retrouvent contaminés au moins une fois de la fin avril au début septembre. Plus de la moitié (25,4 % sur 44,1 %) est due aux puits artésiens. Même s'il n'y a que 34,6 % des puits artésiens qui se retrouvent contaminés au moins une fois, leur nombre important (73,4 %) expliquent que leur contribution totale à l'estimation du nombre de puits contaminés est importante.

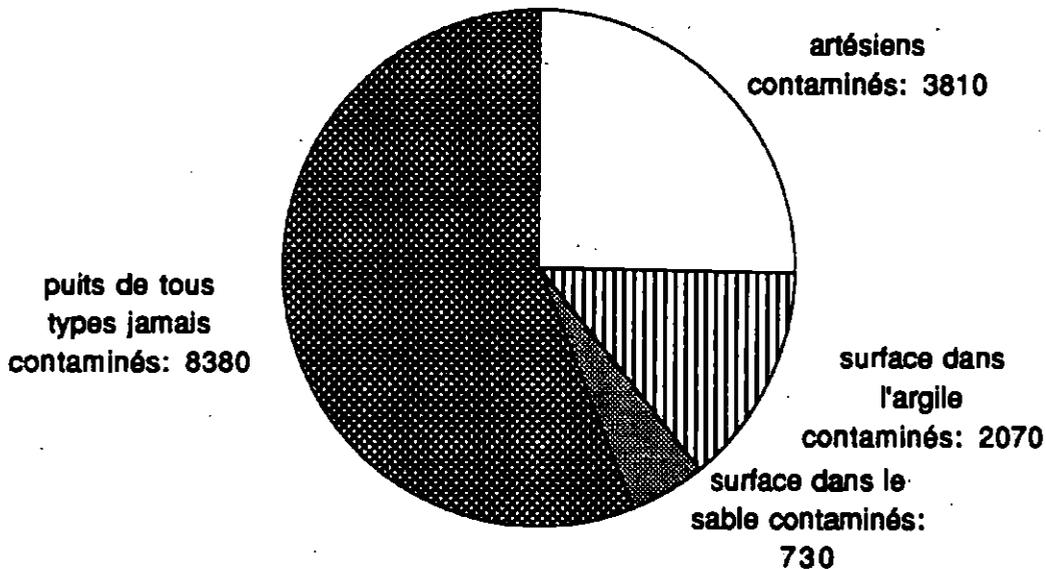
À l'inverse, les puits de surface dans l'argile, bien qu'ils ne représentent que 16,4 % des puits, apportent une contribution relativement importante (13,8 % sur 44,1 %) du fait qu'il y en a beaucoup qui sont contaminés au moins une fois (84,0 %). D'un point de vue de la santé publique, il s'agit du type de puits le moins fiable.

Quant aux puits de surface dans le sable, la proportion où il y a contamination au moins une fois est intermédiaire entre les deux types précédents (47,6 %). Comme il y a peu de ce

type de puits en Abitibi-Témiscamingue (10,2 %), la contribution au nombre total de puits contaminés au moins une fois est peu importante (4,9 %).

Le tout est exprimé graphiquement sur la figure suivante :

FIGURE 18 : Présence ou absence d'au moins une contamination selon le type de puits en Abitibi-Témiscamingue



3.1.5 Estimation du nombre de puits contaminés aux coliformes fécaux

L'autre variable qui nous permet de mesurer l'importance de la contamination des puits est l'analyse des coliformes fécaux. Il s'agit d'un test qui permet d'identifier plus spécifiquement des bactéries qui sont d'origine fécale. Rappelons toutefois que des bactéries du genre *Klebsiella* sont détectées par le test aux coliformes fécaux et ne sont pas d'origine fécale.

Tel que mentionné, les $C_{(C.F.)}$ représentent la proportion des puits étudiés dans chaque catégorie qui se sont retrouvés contaminés aux coliformes fécaux au moins une fois du 25 avril au 7 septembre.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU 10 : **Résultat des proportions de type de puits et de la contamination fécale par type de puits**

Type de puits	p_i	$C_{i(G.f.)}$	$p_i C_{i(G.f.)}$ (I.C., $p=0,05$)
Artésien	0,734	0,210	0,154 (0,079 - 0,229)
Surface dans l'argile	0,164	0,493	0,081 (0,044 - 0,118)
Surface dans le sable	0,102	0,096	0,010 (0 - 0,26)

Il y a donc 21,0 %, des puits artésiens, 49,3 % des puits de surface dans l'argile et 9,6 % des puits de surface dans le sable qui se sont retrouvés contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux.

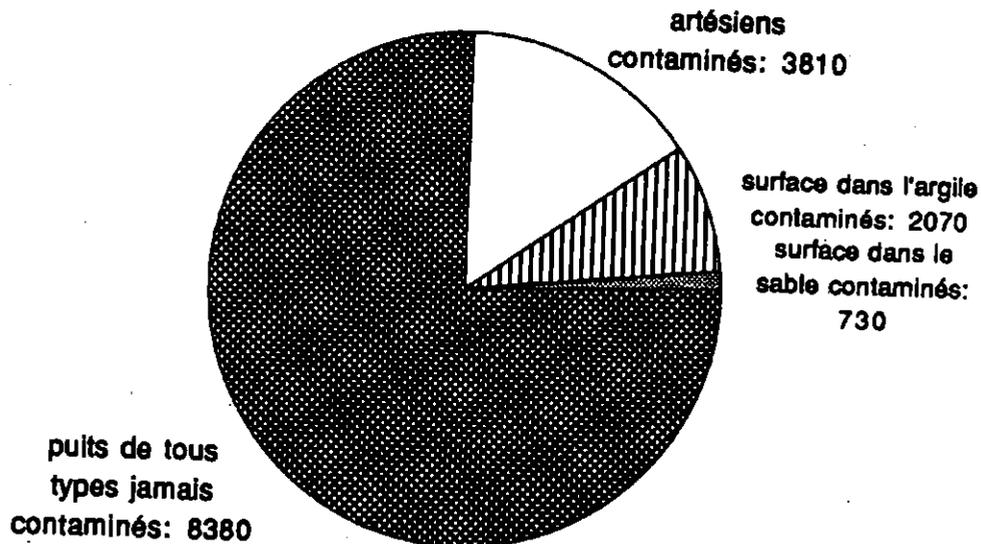
En reprenant la formule du départ, on obtient :

$$\begin{aligned}
 N_c &= 15\,000 (0,734 \times 0,210 + 0,164 \times 0,493 + 0,102 \times 0,096) \\
 &= 15\,000 (0,154 + 0,081 + 0,010) \\
 &= 15\,000 (0,245) \\
 &= 3\,675
 \end{aligned}$$

D'après cette approche, il y aurait donc le quart des puits domestiques qui seraient contaminés aux coliformes fécaux au moins une fois entre avril et septembre.

Le tout est exprimé graphiquement sur la figure suivante :

FIGURE 19 : Présence ou absence d'au moins une contamination aux coliformes fécaux selon le type de puits en Abitibi-Témiscamingue



3.2 LES FACTEURS DE CONTAMINATION

Une autre partie de l'étude consistait à recueillir des informations sur les puits à l'aide d'un formulaire rempli par les étudiants engagés pour le projet. Cette collecte d'information avait pour but de dégager les principaux facteurs expliquant la contamination des puits. Comme les trois types de puits se comportent différemment, nous les avons étudiés séparément.

Cependant, à cause du faible nombre de puits contaminés dans chaque catégorie de puits, les analyses statistiques significatives sont rarement possibles. Par exemple, sur les 81 puits artésiens, 28 ont été contaminés au moins une fois dont 17 aux coliformes fécaux. En ce qui concerne les variables indépendantes, les données manquantes réduisaient aussi

l'échantillon; ainsi, par exemple, toujours pour les puits artésiens, il n'y avait que 25 puits qui avaient une fosse septique à moins de 30 mètres du puits².

TABLEAU 11 : Comparaison entre les puits où l'eau de surface peut probablement s'infiltrer par le tubage et les puits où l'eau ne peut probablement pas s'infiltrer, en regard de leur contamination totale (types 1, 2 et 3) (contamination fécale entre parenthèses)

Type de puits	Puits où l'eau de surface peut probablement s'infiltrer par le tubage		Puits où l'eau de surface ne peut probablement pas s'infiltrer par le tubage		ddl	«t»	p
	n	fréquence contamination (%)	n	fréquence contamination (%)			
artésiens	4	50,0 (12,5)	74	8,8	76	3,98	0,0002* (0,03)
surface argile	57	47,2 (12,4)	13	19,4 (12,6)	68	3,0698 (1,055)	0,0031* 0,295
surface sable	6	41,7 (8,3)	14	12,2 (0)	18	2,15 (2,02)	0,045* 0,058

*p < 0,05

Les 4 puits artésiens où on pouvait être à peu près sûr qu'il y avait une infiltration le long du tubage ont été contaminés 50 % des fois où ils ont été échantillonnés, tandis que les 74 puits où on ne pouvait pas voir une possibilité évidente d'infiltration ont été contaminés 8,8 % des fois. Pour ces 4 puits, une rigole passait immédiatement à côté du puits, ou alors le puits était sous terre et on en avait gardé l'accès possible par une tuile cylindrique de ciment qui drainait l'eau de surface au-dessus du puits, d'où elle était obligée de descendre le long du tubage (puits 2 A 7).

2. La distance de 30 mètres d'un puits est la norme du ministère de l'Environnement et de la Faune pour la construction d'installations sanitaires; c'est la distance maximale que nous avons retenu pour les sources de contamination étudiées.

Il faut dire cependant que cette catégorisation entre les puits artésiens où l'eau peut s'infiltrer par le tubage et ceux où elle ne le peut pas est subjective, imprécise et donc sujette à caution. Seuls les puits artésiens pour lesquels il était évident que l'eau pouvait s'infiltrer le long du tubage ont été entrés dans la catégorie des puits artésiens où l'eau de surface peut probablement s'infiltrer par le tubage.

Les puits de surface qui ont été inclus dans la catégorie des puits où l'eau de surface peut s'infiltrer étaient composés de tuiles superposées. Les puits de surface dans l'argile non étanches ont été contaminés significativement plus souvent que les puits étanches pour la contamination totale, mais non pour la contamination fécale. Il est possible que les bactéries détectées par le test aux coliformes totaux viennent de l'environnement immédiat du puits, ou qu'il s'agisse d'une contamination fécale plus ancienne, de telle sorte que la bactérie *E. coli*, qui ne résiste pas longtemps à l'environnement en dehors des animaux à sang chaud, n'ait pas survécu alors que d'autres bactéries qui peuvent se retrouver dans les excréments pourraient être demeurées vivantes plus longtemps et répondre au test de coliformes totaux. Quoi qu'il en soit, la présence de coliformes est toujours une indication d'une mauvaise qualité bactériologique de l'eau potable, et ne devrait pas être tolérée.

Cela vient conforter les résultats et les recommandations des gouvernements qui visent à rendre étanche le haut du tubage de façon à éviter l'infiltration.

L'autre résultat concerne le sous-ensemble des puits de surface dans l'argile dont le tubage n'est pas étanche et la présence d'animaux de compagnie. Les 24 puits de ce type et dont les propriétaires possédaient un animal de compagnie ont vu leur puits contaminé aux coliformes fécaux 17,3 % des fois où un échantillon a été pris; les 31 puits du même type mais dont les propriétaires ne possédaient pas d'animaux de compagnie ont eu un puits contaminé 7,9 % des fois aux coliformes fécaux, et la différence est significative ($t = 2,40$, $p = 0,020$). Cette donnée illustre bien les facteurs qui vont influencer la contamination : des puits non étanches et la présence de source de contamination récente et proche. Les propriétaires d'animaux devraient donc être particulièrement vigilants pour que leur puits soit étanche.

Même si les autres facteurs étudiés ne révèlent aucune association significative avec la contamination aux coliformes, cela ne signifie pas qu'ils ne contribuent pas à la contamination. Le petit nombre de l'échantillon et la possibilité que plusieurs facteurs interagissent ne permettent pas de tirer des conclusions claires dans une étude de ce type. Une étude expérimentale pourrait être menée pour déterminer l'importance de chacun de ces facteurs.

3.3 COMPARAISON AVEC D'AUTRES ÉTUDES

La principale difficulté de comparer nos résultats à ceux d'autres études vient du fait que ces dernières ne distinguent pas entre les puits de surface et les puits artésiens.

Dans la MRC de Portneuf en 1991 des puits ont été échantillonnés à proximité des cultures de pomme de terre, donc en sol sableux. L'étude portait sur 70 puits dont 12 artésiens, la profondeur des puits variant de 1 à 76 m. Des prélèvements ont été pris à trois périodes : été, automne et hiver. À partir des données brutes les quelques puits artésiens ont été éliminés pour comparer leurs puits de surface dans le sable aux nôtres, et les données ont été rendues comparables à celles de notre étude. On peut faire ressortir les résultats suivants :

TABLEAU 12 : Contamination aux coliformes dans l'étude de la MRC de Portneuf (Paradis et al. 1991)

	été	automne	hiver
Cont. (> 10 C.t.)	1/58 (1,7 %)	6/58 (10,3 %)	1/15 (1,7 %)
Cont. (C. fécaux)	4/58 (6,9 %)	3/58 (5,2 %)	1/15 (6,6 %)
Cont. (l'un ou l'autre)	5/58 (8,6 %)	9/58 (15,5 %)	2/15 (13,3 %)

Nous avons repris la même définition opérationnelle que pour notre étude : considéré contaminé aux coliformes fécaux dès qu'il y a des coliformes fécaux, peu importe le nombre

de coliformes totaux; considéré contaminé aux coliformes totaux quand il y avait plus de 10 coliformes totaux, mais sans coliformes fécaux.

Dans les 21 puits de surface dans le sable que nous avons étudiés, nous avons tenu compte en plus d'un 3^e type de contamination, soit aussitôt qu'il y avait des coliformes deux fois de suite, peu importe le nombre. Toujours pour rendre les données des 2 études comparables, nous avons soustrait ce 3^e type de contamination. On obtient, pour nos puits de surface dans le sable :

TABLEAU 13 : Contamination de type 1 et 2 pour les puits de surface dans le sable (pourcentage du nombre de puits)

Période	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cont. C.f. (%)	0	0	5	0	5	0	0	10	0	5
Cont. C.t. (%)	13	10	5	9,5	10	9,5	14	20	20	15
Cont. (l'un ou l'autre) (%)	13	10	10	9,5	15	9,5	14	30	20	20

Dans notre étude, de 9,5 à 30 % des puits de surface dans le sable ont donc été contaminés, selon la période de l'année, avec une contamination un peu plus forte aux périodes 8 à 10 (août-septembre). Dans l'étude de Portneuf la contamination variait de 8,6 à 15,5 %, avec une plus grande contamination à l'automne. On voit donc qu'il s'agit d'un même ordre de grandeur, sauf pour les périodes 8 à 10. Plusieurs facteurs rendent difficilement comparables ces données, notamment le petit nombre de puits dans le sable de notre étude (21).

Les autres études de contamination (île d'Orléans : Avril 1992; Tennessee-Georgia Rural Survey (TGRS) et National Rural Water Survey (NRWS) : Geldreich 1990) ne distinguent pas entre les divers types de puits. On ne peut donc pas pondérer comme nous l'avons fait pour avoir un portrait global des puits de l'Abitibi-Témiscamingue, et on ne peut savoir si leur échantillon de puits était représentatif. Comme nous avons délibérément choisi de prendre un certain nombre de puits de chaque type, on peut difficilement les comparer sur une même base sans faire dire aux chiffres ce qu'ils ne disent pas. On ne peut regrouper les 177 puits

de notre étude comme s'il s'agissait d'un ensemble représentatif. On peut tout au plus comparer chacun des trois types de puits avec les résultats de ces autres études.

D'après la méthodologie utilisée sur la qualité de l'eau potable à l'île d'Orléans (ministère de l'Environnement 1991), 36 puits ont été échantillonnés à toutes les semaines pendant 16 semaines, de mai jusqu'à l'automne 1989. Un puits était considéré contaminé quand il y avait au moins un coliforme fécal ou au moins 10 coliformes fécaux par 100 ml. Cela correspond à la somme des contaminations de type 1 et de type 2 de notre étude. Dans le tableau suivant, les calculs de notre étude ont été refaits pour ne tenir compte que des contaminations de type 1 et 2.

Les études américaines (TGRS et NRWS) peuvent se comparer à la nôtre pour les coliformes fécaux, puisqu'ils ont la même norme de un coliforme fécal pour considérer un échantillon contaminé.

TABLEAU 14 : Comparaison de la proportion du nombre de puits contaminés (contamination type 1 et contamination types 1 et 2) selon différentes recherches

Recherche	Période	Nombre analysés	Nombre contaminés (type 1 : fécaux)	%	Nombre contaminés (types 1 et 2)	%
Puits de surface dans le sable	1	15	0	0,0	2	13,3
	2	20	0	0,0	2	10,0
	3	20	1	5,0	2	10,0
	4	21	0	0,0	2	9,5
	5	20	1	5,0	3	15,0
	6	21	0	0,0	2	9,5
	7	21	0	0,0	3	14,4
	8	20	2	10,0	6	30,0
	9	20	0	0,0	4	20,0
	10	20	1	5,0	4	20,0
	TOTAL	198	5	2,5	30	15,2
Puits de surface dans l'argile	1	60	2	3,3	29	48,3
	2	69	3	4,3	12	17,4
	3	74	3	4,1	17	23,0
	4	73	2	2,7	14	19,2
	5	74	18	24,3	33	44,6
	6	72	7	9,7	15	20,8
	7	71	15	21,1	24	33,8
	8	71	15	21,1	28	39,4
	9	69	11	15,9	25	36,2
	10	62	11	17,7	22	35,5
	TOTAL	695	87	12,5	219	31,5

Recherche	Période	Nombre analysés	Nombre contaminés (type 1 : fécaux)	%	Nombre contaminés (types 1 et 2)	%	
Puits artésiens	1	74	2	2,7	5	6,8	
	2	80	2	2,5	4	5,0	
	3	80	0	0,0	1	1,3	
	4	76	1	1,3	4	5,3	
	5	78	5	6,4	9	11,5	
	6	78	0	0,0	4	5,1	
	7	77	5	6,5	10	13,0	
	8	76	7	9,2	7	9,2	
	9	79	4	5,1	11	13,9	
	10	74	1	1,4	3	4,1	
	Total		772	27	3,5	58	7,5
	Île d'Orléans		509			314	61,7
TGRS (1) :		1257		27,0			
NRWS (2) :		1086		12,2			
Portneuf	été	58	4	6,9	5	8,6	
	automne	58	3	5,2	9	15,5	
	hiver	15	1	6,7	2	13,3	
	Total		131	8	6,1	16	12,2

⁽¹⁾ Tennessee-Georgia Rural Supply, données de Francis, J.D. et al., 1982, National Statistical Assessment of rural water conditions. Executive summary, 21 pp., EPA, Office of Drinking water, Washington, D.C.; cité dans Geldreich 1990 : 23.

⁽²⁾ National Rural Water Study, même source que (1).

On peut voir dans ce tableau que la contamination à l'île d'Orléans est beaucoup plus forte (61,7 %) que celle des puits de surface dans l'argile (31,5 %) pour l'ensemble des échantillons, toutes périodes confondues. Elle est même plus forte que la pire période de ce type de puits (période 1 : 48,3 %). Il faut dire cependant que dans l'étude de l'île d'Orléans, «les critères de choix des puits étaient basés sur une perception d'un risque

maximal de contamination» (April 1992 : 58) et que l'échantillon ne peut donc être interprété en extrapolant les résultats à l'ensemble de l'île.

Peu de données sont disponibles en ce qui concerne la méthodologie des études américaines. Les données figurant au tableau comprennent des échantillons de puits et de réservoirs, ainsi que des sources dans le cas du TGRS. La proportion de contamination sur l'ensemble des échantillons pris, sans égard à la période, des puits de surface dans l'argile (soit 12,5 %) se compare aux résultats du NRWS (12,2 %). Il aurait été intéressant de voir si les taux rapportés fluctuent dans le temps de façon aussi importante que dans notre étude (de 2,7 à 24,3 %). Cela pourrait expliquer pourquoi l'étude du TGRS rapporte que 27,0 % des échantillons pris ont été contaminés aux coliformes fécaux. Il faut tenir compte aussi du fait que cette dernière étude comportait un certain nombre d'échantillons d'eau pris à des sources et des eaux de surface qui desservaient des ménages. Ces prises d'eau avaient la plus mauvaise qualité bactériologique. Enfin, sans données sur les types de sol, les types de puits et autres caractéristiques, il est difficile d'effectuer des comparaisons.

3.4 L'INFLUENCE DES PRÉCIPITATIONS POUR LES TROIS TYPES DE PUIITS

Il nous est apparu intéressant de regarder s'il y avait plus de puits contaminés dans les périodes où les précipitations sont abondantes, ce qui viendrait corroborer l'hypothèse que les précipitations, jointes à une mauvaise étanchéité du puits et éventuellement d'autres facteurs, sont un facteur de contamination. Les précipitations totales³ par période de deux semaines (décalées de 4 jours par rapport aux périodes de 2 semaines des prélèvements) ont été comparées aux contaminations pour les 3 types de puits. Les figures suivantes expriment les résultats pour toute la période des prélèvements.

3 Selon les données météorologiques d'Environnement Canada à Rouyn-Noranda

FIGURE 20 : Contamination de tous types des trois catégories de puits et précipitations par période de deux semaines

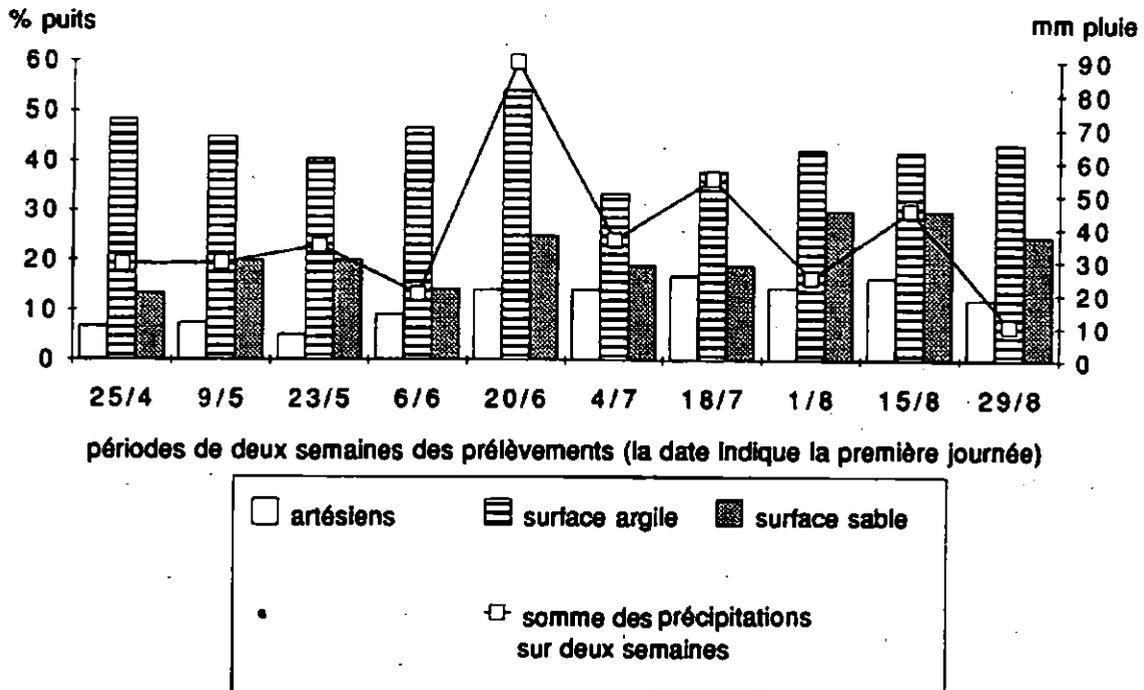
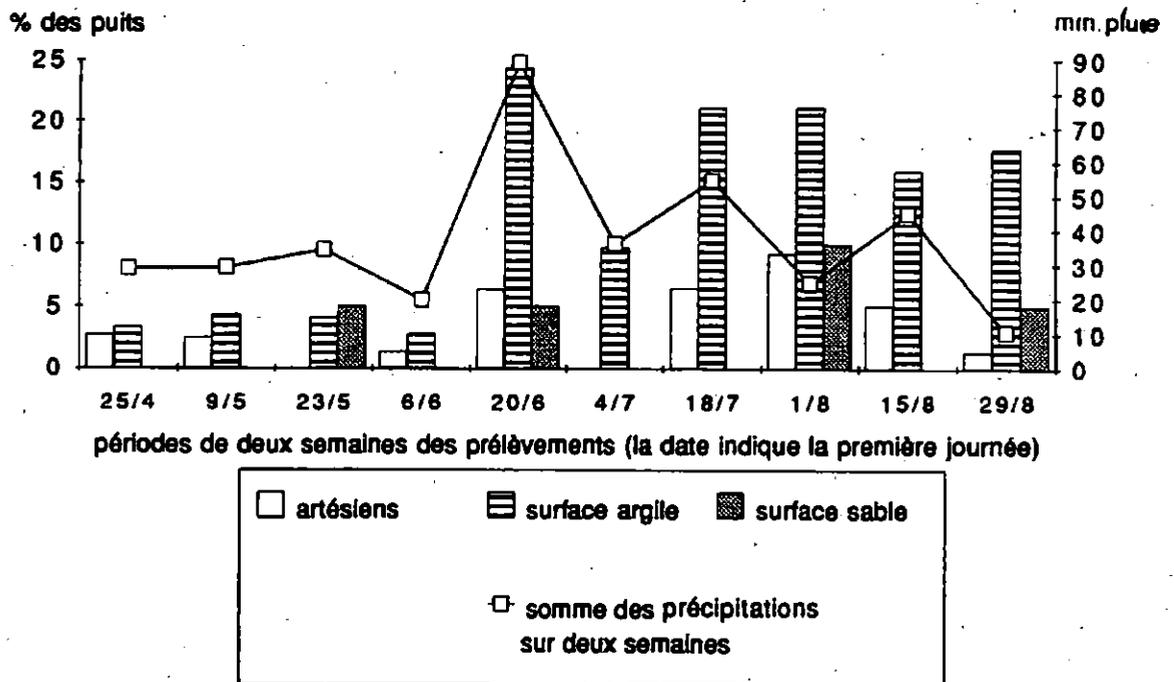


FIGURE 21 : Contamination de type 1 (fécale) des trois catégories de puits et précipitations par période de deux semaines

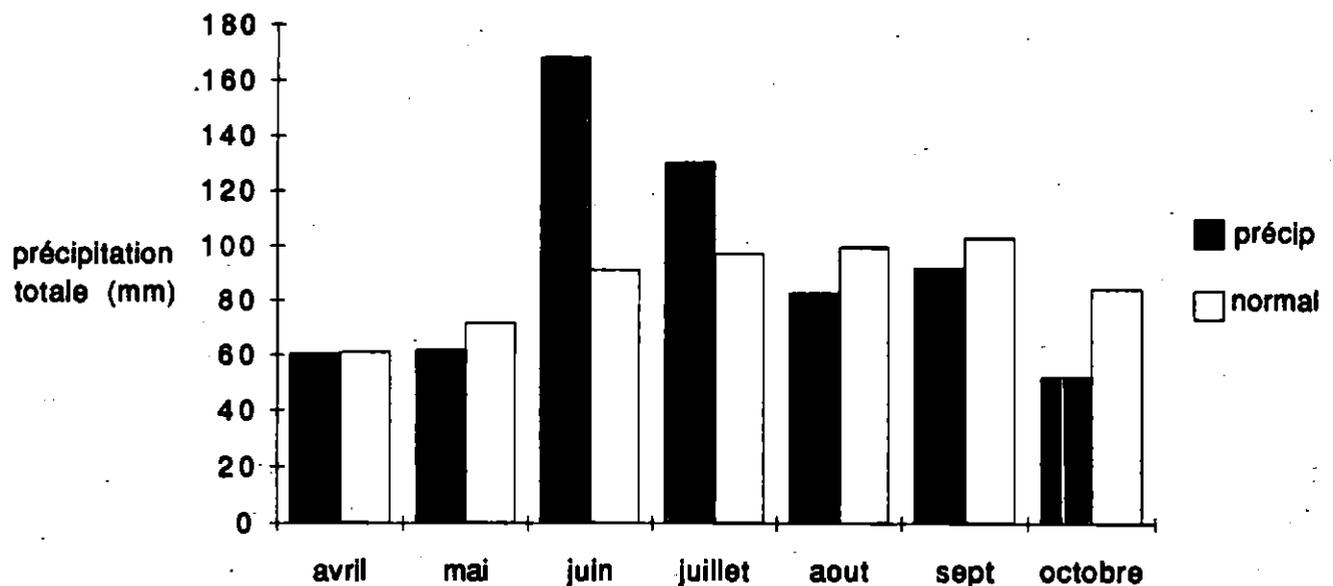


Il ne semble pas y avoir de lien direct entre la contamination totale (de tous types) et les précipitations, quel que soit le type de puits. Par contre, la variation dans le temps de la contamination fécale des puits de surface dans l'argile s'explique en partie par la variation

des précipitations. En effet, à partir du début des prises d'échantillons (25 avril) jusqu'au début d'août, les deux varient ensemble et dans les mêmes proportions. D'autres facteurs doivent entrer en ligne de compte puisque le lien ne tient plus à partir du début d'août. Si on se souvient que les bactéries qui sont identifiées par le test des coliformes totaux sont plus résistantes à la survie dans l'environnement que les coliformes fécaux, on peut émettre une hypothèse. Les coliformes fécaux, puisqu'ils résistent moins longtemps dans l'environnement, sont donc plus sensibles au facteur temps: s'il n'y a pas de fortes précipitations causant du ruissellement, ils pourraient mourir avant d'atteindre l'eau du puits.

Si cette hypothèse d'un lien entre les précipitations et le nombre de puits de surface dans l'argile contaminés était fondé, il faudrait tenir compte du fait que les précipitations en juin et juillet 1994 sont beaucoup plus fortes que la normale des précipitations comme le montre la figure suivante. Le phénomène est encore plus évident en juin où on retrouve justement le plus grand nombre de puits de surface dans l'argile contaminés. Il est donc possible qu'il y ait moins de ce type de puits contaminés une année "normale".

FIGURE 22 : Précipitation mensuelle en 1994 et normale à Val D'Or (source: Environnement Canada)



CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre en lumière des différences significatives de contamination entre les trois types de puits étudiés. Les puits de surface dans l'argile se sont révélés les plus contaminés selon tous les paramètres étudiés, autant par exemple pour le pourcentage des puits contaminés que pour le nombre de coliformes qu'on y retrouve. Ils constituent donc un groupe cible prioritaire pour une intervention socio-sanitaire.

Les puits artésiens quant à eux ne sont pas exempts de problèmes. Leur contamination relativement importante aux coliformes fécaux pendant la période d'été nous amène à nous interroger sur la meilleure façon d'assurer une bonne qualité bactériologique de l'eau de ces puits.

Jumelés au sondage, les résultats du suivi des puits nous permettent d'estimer qu'en terme de puits contaminés, les puits artésiens, avec ses 2 310 puits contaminés au moins une fois aux coliformes fécaux sont, en nombre, un important problème, suivi par les puits de surface dans l'argile (1 210 puits contaminés aux coliformes fécaux au moins une fois). Les puits de surface dans le sable constituent un problème marginal. L'intervention devrait donc cibler en premier lieu les propriétaires de puits de surface dans l'argile, puis les propriétaires de puits artésiens. Il ne faut cependant pas perdre de vue que, compte tenu de la méthodologie, le nombre de puits contaminés extrapolé à l'Abitibi-Témiscamingue reste une estimation.

La contamination aux coliformes fécaux est plus importante pendant la période d'été (juillet-août); le suivi bactériologique devrait tenir compte de cette réalité en proposant au moins une prise d'échantillon durant cette période. Pour les puits artésiens, le principal facteur pour expliquer la contamination est la possibilité d'infiltration le long du tubage.

Pour les puits de surface dans l'argile les facteurs expliquant la contamination ont presque tous rapport à l'étanchéité du puits. La présence de tuiles, de couvercles non étanches, la possibilité pour l'eau de s'infiltrer par le tubage sont autant de facteurs de risque pour une contamination aux coliformes. De plus, pour les puits non étanches, la présence d'animaux

domestiques augmente la possibilité d'une contamination aux coliforme fécaux. Ce type de puits est lui aussi davantage contaminé à la période de l'été (juillet-août).

Les puits de surface dans le sable sont divisés entre les pointes filtrantes, peu contaminées, et les puits à grand diamètre qui ont tendance à se contaminer davantage. Comme les pointes sont plus étanches que les puits à grand diamètre, il semble bien que ce facteur constitue, ici aussi, une cause de première importance.

Le dépliant distribué à 20 600 copies dans les zones rurales de l'Abitibi-Témiscamingue (photocopié en annexe) rappelle les faits saillants de l'étude, décrit la technique de désinfection et propose des aménagements du puits pour le rendre plus étanche. Une formation plus poussée auprès de certains intervenants est prévue.

Il est recommandé de vulgariser les résultats de cette étude et des recommandations des gouvernements, notamment :

- de prendre des échantillons d'eau au moins au printemps et en été;
- de s'assurer que le puits est étanche, entre autre lors de la construction d'un nouveau puits;
- d'envisager des améliorations ou la construction d'un nouveau puits si celui-ci est trop souvent contaminé.

ANNEXE II

TECHNIQUE DE DÉSINFECTION

Tirée de la brochure «*Système domestique d'approvisionnement d'eau : le puits*»
produite par le ministère de l'Environnement, 1991

- A. Préparation des solutions**
Les solutions d'eau de Javel peuvent être employées immédiatement telles que vendues par le commerçant. Il suffit d'utiliser la quantité requise pour une bonne désinfection.
- B. Désinfection des puits et réservoirs**
La désinfection des puits s'effectue de la manière suivante :
- a) curer le puits, c'est-à-dire enlever les corps étrangers, les dépôts, les matières animales ou végétales, etc.
 - b) verser dans le puits la quantité requise d'eau de Javel;
 - c) mélanger l'eau de Javel avec l'eau de puits, puis laver et brosser, si c'est possible, la paroi latérale avec ce mélange;
 - d) démarrer la pompe et ouvrir tous les robinets; lorsque l'odeur de chlore devient perceptible, arrêter la pompe et fermer les robinets;
 - e) laisser reposer le tout 24 heures;
 - f) vider le puits; après un pompage prolongé, l'eau pourra être soumise à une analyse qui déterminera si elle répond aux critères d'une eau de consommation.

Tableau 1
Puits tubulaire¹ Quantité d'eau de Javel à 5 % (en litres) nécessaire pour désinfecter le puits.

Diamètre (mm)	Profondeur du puits (m)			
	15 (50 pi)	30 (100 pi)	45 (150 pi)	60 (200 pi)
50 (2 po)	0,03	0,08	0,09	0,12
64	0,05	0,10	0,15	0,19
76 (3 po)	0,08	0,14	0,20	0,27
89	0,09	0,19	0,28	0,40
102 (4 po)	0,12	0,25	0,37	0,50
127 (5 po)	0,19	0,38	0,57	0,80
152 (6 po)	0,27	0,54	0,82	1,10

1- On recommande 50 mg/L de chlore libre pour assurer une désinfection efficace

Tableau 2
Puits de surface² Quantité d'eau de Javel à 5 % (en litres) nécessaire pour désinfecter le puits.

Diamètre (m)	Profondeur d'eau (m)						
	1 (3 pi)	1,5	2 (6 pi)	2,5	3 (10 pi)	3,5	4 (13 pi)
0,914 (3 pi)	0,7	1,0	1,3	1,8	2,0	2,3	2,6
1,067	0,9	1,8	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6
1,219 (4 pi)	1,2	1,8	2,3	2,9	3,5	4,0	4,7
1,372	1,5	2,2	3,0	3,7	4,4	5,2	5,9
1,524 (5 pi)	1,8	2,7	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3
1,676	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8

2- On recommande 50 mg/L de chlore libre pour assurer une désinfection efficace

ANNEXE III**QUESTIONNAIRE TÉLÉPHONIQUE POUR LE SONDAGE**

Bonjour, je suis _____. Nous effectuons un sondage pour la Direction régionale de la santé publique, module santé environnementale et nous aimerions vous poser quelques questions qui ne prendront qu'une petite minute. D'accord? Merci.

1. Est-ce que l'eau potable est fournie par un puits domestique [privé, desservant 50 personnes ou moins] à votre logement?

Oui.	1.	[Aller à la question 2]	N.S.P.	8
Non.	2.	Merci beaucoup	N.R.P.	9

2. Votre puits est-il un puits de surface [pointe enfoncée : 2 à 4 pouces de diamètre, ou réservoir : 3 pieds et plus de diamètre] ou un puits artésien [foré, drillé 2 à 6 pouces de diamètre, creusé par un puisatier].

Surface	1	N.S.P.	8
Artésien	2	N.R.P.	9
Autre	3		

3. Votre puits est-il dans le sable [limon, terre jaune, gravier] ou dans l'argile (terre forte, terre lourde, gombo, glaise) ou directement sur le roc en surface?

Sable	1	N.S.P.	8
Argile	2	N.R.P.	9
sur Roc	3		

4. Votre puits a-t-il été désinfecté depuis un an?

Oui	1	N.S.P.	8
Non	2	N.R.P.	9

5. Utilisez-vous un filtre ou un système de traitement de l'eau [adoucisseur]?

Filtre	1	N.S.P.	8
Traitement	2	N.R.P.	9
Les deux	3		

6. Combien de personnes boivent de l'eau de ce puits sur une base régulière, c'est-à-dire au moins 3 jours/sem. à l'année? _____

7. Dans quelle municipalité est situé le puits? _____
Code numérique : 8 _____

ANNEXE IV

TECHNIQUE DE PRÉLÈVEMENT (utilisée par les personnes embauchées pour ce projet)

- Prendre une bouteille stérile qui contient un produit chimique (préservatif) que l'on doit laisser dans la bouteille.
Éviter de toucher à l'intérieur du goulot ou du bouchon.
Utiliser la bouteille avant la date inscrite sur le bouchon.
- Choisir un emplacement approprié pour le prélèvement, soit, si possible, le robinet le plus utilisé dans la maison. Enlever, s'il y a lieu, le filtre au bout du robinet. Éviter d'échantillonner après un boyau d'arrosage ou un système de traitement de l'eau. Nettoyer le robinet avec l'eau du robinet, mais sans savon, eau de javel ou autre.
- Laisser couler l'eau jusqu'à ce qu'elle soit très froide (minimum 2 minutes) avant de prélever l'échantillon.
- Remplir la bouteille jusqu'à la marque de façon à laisser un peu d'air. Éviter de toucher au robinet avec le goulot de la bouteille. Ne pas rincer la bouteille avant le prélèvement afin de conserver le préservatif à l'intérieur.
- Identifier sur la bouteille le code (groupe et numéro) et la date.
- Apporter l'échantillon au laboratoire **EN DEDANS DE 24 HEURES MAXIMUM.**
- Garder au frais avec des «ice-pack» dans une glacière ou une boîte isolée.
- L'échantillon doit parvenir au Dicom de Rouyn-Noranda le LUNDI, MARDI OU MERCREDI SEULEMENT avant 18 h 30.

ANNEXE V**HORAIRE DES PRÉLÈVEMENTS**

PÉRIODE	1A et 1D	1B et 1E	1C et 1F	2A et 2D	2B et 2E	2C et 2F
1	25 avril	26 avril	27 avril	2 mai	3 mai	4 mai
2	11 mai	9 mai	10 mai	18 mai	16 mai	17 mai
3	24 mai	25 mai	23 mai	31 mai	1 juin	30 mai
4	6 juin	7 juin	8 juin	13 juin	14 juin	15 juin
5	22 juin	20 juin	21 juin	29 juin	27 juin	28 juin
6	5 juillet	6 juillet	4 juillet	12 juillet	13 juillet	11 juillet
7	18 juillet	19 juillet	20 juillet	25 juillet	26 juillet	27 juillet
8	3 août	1 août	2 août	10 août	8 août	9 août
9	16 août	17 août	15 août	23 août	24 août	22 août
10	29 août	30 août	31 août	5 septembre	6 septembre	7 septembre

ANNEXE VI

ESTIMATION DU NOMBRE DE PUIXS PAR MUNICIPALITÉS

Municipalité	Hypothèse minimale	Hypothèse maximale	Hypothèse la plus probable
ARNTFIELD	204	342	237
BEAUDRY	170	170	170
BELLECOMBE	273	273	273
CADILLAC	24	71	36
CLOUTIER	162	162	162
D'ALEMBERT	300	300	300
DESTOR	183	295	211
ÉVAIN	234	234	234
LAC-DUFAULT	0	0	0
MCWATTERS	535	603	552
MONTBEILLARD	280	480	330
RAPIDE-DES-CEDRES	5	5	5
ROLLET	140	140	140
ROUYN-NORANDA	75	75	75
SAINT-GUILLAUME-DE-GRANADA	489	489	489
SAINT-JOSEPH DE CLÉRICY	189	189	189
SAINT-NORBERT-DE-MONT-BRUN	196	196	196
TOTAL MRC ROUYN-NORANDA	3459	4024	3599
ANGLIERS	42	66	48
BÉARN	76	96	81
BELLETERRE	20	40	25
DUHAMEL-OUEST	182	234	195
FUGÈREVILLE	133	169	142
GUÉRIN	51	91	61
KIPAWA	141	205	157
LAFORCE	72	75	73

Municipalité	Hypothèse minimale	Hypothèse maximale	Hypothèse la plus probable
LATULIPE-ET-GABOURY	52	76	58
LAVERLOCHÈRE	66	76	69
LORRAINVILLE	0	0	0
MOFFET	97	119	103
NÉDELEC	76	76	76
N.-D.-DE-L.-DE-LORRAINVILLE	87	87	87
NOTRE-DAME-DU-NORD	97	109	100
RÉMIGNY	117	131	120
RIVIERE-KIPAWA	50	145	74
ROULIER	19	19	19
SAINT-BRUNO-DE-GUIGUES	124	179	138
SAINT-ÉDOUARD-DE-FABRE	92	102	94
SAINT-EUGÈNE-DE-GUIGUES	96	131	105
TÉMISCAMING	25	123	49
VILLE-MARIE	5	11	7
TOTAL MRC TÉMISCAMINGUE	1720	2360	1881
AMOS	670	670	670
BARRAUTE	865	925	880
BERRY	200	300	212
CHAMPNEUF	54	54	54
LAC-CHICOBÍ Guyenne	62	62	62
LAC-DESPINASSY	15	15	15
LA CORNE			
LA MORANDIÈRE	118	118	118
LA MOTTE	142	170	149
LANDRIENNE	316	316	316
LAUNAY	90	90	90
PREISSAC	300	466	466
ROCHEBAUCOURT	79	79	79
SAINT-DOMINIQUE-DU-ROSAIRE	137	137	137

Municipalité	Hypothèse minimale	Hypothèse maximale	Hypothèse la plus probable
SAINTE-GERTRUDE-MANNEVILLE	235	235	235
SAINT-FÉLIX-DE-DALQUIER	167	167	167
SAINT-MARC-DE-FIGUERY	261	294	269
SAINT-MATHIEU	228	250	232
TRÉCESSON	325	397	343
TOTAL MRC ABITIBI	4262	4745	4494
AUTHIER	140	140	140
AUTHIER-NORD	110	110	110
CLERMONT	183	197	187
CLERVAL	126	170	137
COLOMBOURG	245	245	245
DUPARQUET	77	77	77
GALLICHAN	137	177	147
LA REINE	57	57	57
LA SARRE	325	350	340
VILLE DE MACAMIC	3	3	3
PAROISSE DE MACAMIC	70	70	70
NORMÉTAL	15	15	15
PALMAROLLE	250	250	250
POULARIES	283	283	283
RAPIDE-DANSEUR	91	127	100
RIVIERE-OJIMA	50	50	50
ROQUEMAURE	130	130	130
SAINTE-GERMAINE-BOULÉ	321	321	321
SAINTE-HÉLÈNE-DE-MANCEBOURG	134	151	138
SAINT-JACQUES-DE-DUPUY			
SAINT-JANVIER	120	120	120
SAINT-LAMBERT	33	33	33
VILLAGE DE TASCHEREAU	1	1	1
TASCHEREAU PAROISSE	180	180	180

Municipalité	Hypothèse minimale	Hypothèse maximale	Hypothèse la plus probable
VAL-SAINT-GILLES	75	75	75
TOTAL MRC ABITIBI-OUEST	3156	3332	3209
BELCOURT	115	115	115
DUBUISSON	503	525	508
LAC-FOUILLAC	62	100	70
MALARTIC	2	2	2
MATCHI-MANITOU	115	250	200
RIVIÈRE-HÉVA	389	452	404
RESERVOIR-DOZOIS ET LAC GRANET	44	320	200
SENNETERRE VILLE	45	45	45
SENNETERRE PAROISSE	392	458	408
SULLIVAN	310	310	310
VAL D'OR	284	367	305
VAL-SENNEVILLE	719	719	719
VASSAN	525	525	525
TOTAL MRC VAL D'OR	3505	4188	3811
TOTAL ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	16102	18649	16994

ANNEXE VII

QUESTIONNAIRE FINAL

QUESTIONNAIRE À RETOURNER DANS L'ENVELOPPE CI-JOINTE

Pour le puits : 1° 2° [code personnalisé pour chaque puits]

1. Buvez-vous l'eau du puits qui a été analysée sur une base régulière (au moins 3 jours par semaine)? Oui Non

2. En excluant cette année (1994), un désinfectant comme le chlore a-t-il été appliqué au puits dans les 5 années précédentes (1989 à 1993)? Oui Non
Si oui, en quelle(s) année(s)? _____

3. En excluant cette année (1994), votre puits a-t-il été nettoyé (autrement que par la désinfection au chlore) au cours des 5 années qui ont précédé (1989 à 1993)? Oui Non
Si oui, en quelle(s) année(s)? _____

4. À votre connaissance y-a-t-il des veines d'eau autres que la veine principale qui ont été trouvées lors de la construction de votre puits (veines secondaires)?
Oui Profondeur si connue _____ Non Ne sais pas

5. À votre connaissance, y-a-t-il eu dans votre famille des cas de gastro-entérites (diarrhées, vomissements) que vous auriez tendance à associer à la qualité de l'eau que vous buvez?
Oui Combien de personnes? _____ Combien de fois? _____ Non

6. Y a-t-il des animaux de compagnie (chiens, chats...) qui ont accès aux abords du puits? Oui Non

Merci beaucoup de votre collaboration!

ANNEXE VIII

MÉTHODOLOGIE DES ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES

La méthodologie utilisée pour les analyses bactériologiques est celle décrite dans «*STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 18^e édition, 1992*». Cette méthodologie est celle approuvée par le bureau d'accréditation du MENVIQ. Voici un bref résumé de la méthodologie :

COLIFORMES TOTAUX :

- utilisation de la membrane filtrante
- milieu : M-Endo agar
- température d'incubation : $35,0 \pm 0,5$ °C
- temps d'incubation : 24 ± 2 heures
- référence : Standard Methods...,
section 9222 B, page 9-54

COLIFORMES FÉCAUX :

- utilisation de la membrane filtrante
- milieu : M-FC agar
- température d'incubation : $44,5 \pm 0,2$ °C
- temps d'incubation : 24 ± 2 heures
- référence : Standard Methods...,
section 9222 D, page 9-60

ANNEXE IX (photocopie du dépliant)

Pour en savoir plus:

*Systeme domestique
d'approvisionnement d'eau: le puits,*
Ministère de l'Environnement et de la Faune,
Envirodoq EN 910063 EPC/6/3

Produit par:
Direction régionale de la santé
publique de l'Abitibi-Témiscamingue,
1, 9e Rue, Rouyn-Noranda
J9X 2A9
(819) 764-3264

Ce dépliant peut être reproduit
sans autorisation.

*La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce à une subvention
conjointe du Ministère de la Santé et des Services sociaux et de la
Direction régionale de la santé publique de la Régie régionale de la
Santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue dans le
cadre du Programme de subventions en santé publique.*



RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX

ABITIBI-
TÉMISCAMINGUE

DIRECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE

**L'Entretien
et
l'Amélioration
des puits**



Ah! La bonne eau!

Une bonne eau potable ne devrait pas seulement être fraîche, limpide et sans goût, elle devrait aussi être exempte de bactérie pathogène.

Dans les résidences isolées qui s'approvisionnent à un puits, cela veut dire, entre autre, que l'eau devrait venir uniquement du fond du puits, sans infiltration de l'eau de surface chargée de bactéries.

Mais comment y parvenir? Nous vous présentons des recommandations pour les types de puits les plus courants en Abitibi-Témiscamingue.

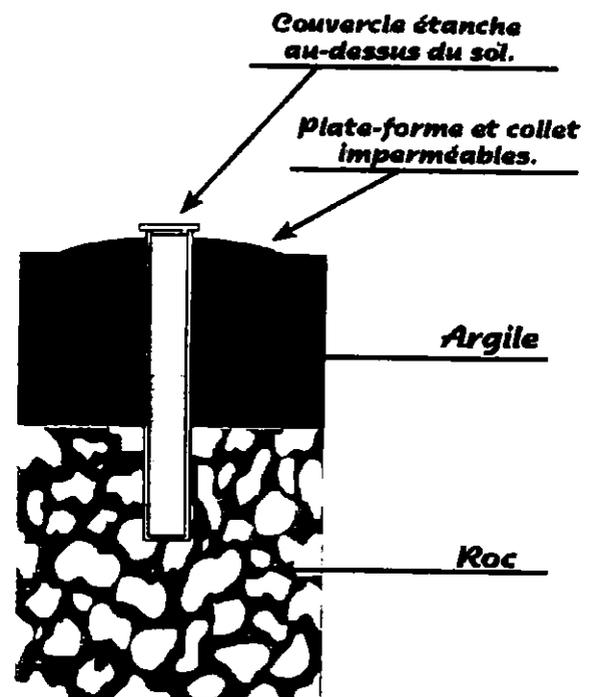
Le saviez vous

Dans une étude réalisée en 1994, on a pu mettre en lumière que:

- L'Abitibi-Témiscamingue compte environ 20 000 puits, dont 14 000 puits artésiens, 3 800 puits de surface dans l'argile, le reste étant des puits de surface dans le sable.
- 35% des puits artésiens étudiés ont été contaminés au moins une fois entre la fin d'avril et le début de septembre.
- 84% des puits de surface dans l'argile ont été contaminés au moins une fois pendant la même période.
- Le quart des puits en Abitibi-Témiscamingue seraient contaminés aux coliformes fécaux au moins une fois du printemps à l'automne.
- Une mauvaise étanchéité du puits a été le principal facteur expliquant la contamination de l'eau.

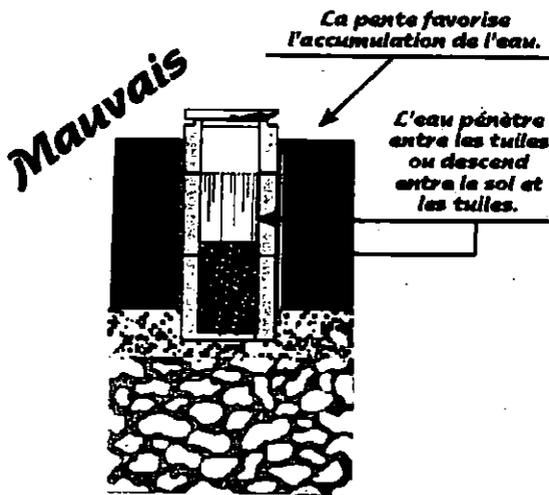
Les Puits Artésiens

En principe, ce sont les meilleurs. Encore faut-il que le puisatier l'ait bien construit, c'est-à-dire que le joint entre le tubage et le roc soit étanche, que la tête du puits soit hermétique et qu'il y ait une plate-forme et un collet de matériau imperméable (ciment), comme dans le dessin ci-dessous. Malgré cela il est préférable de faire faire des analyses d'eau régulièrement. (Voir section sur la désinfection)



Les Puits de Surface dans l'argile

Ils apportent souvent des problèmes du fait qu'ils sont rarement étanches, et quand ils le sont, l'eau coule entre l'argile et le tubage jusqu'au fond du puits et contamine la nappe d'eau.



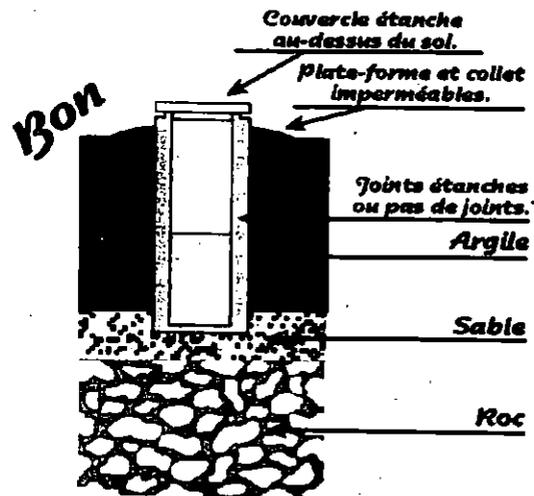
Pour empêcher ce problème, il faudrait respecter les principes suivants:

- * Le puits doit rejoindre une nappe d'eau libre sous l'argile (habituellement du sable) qui seule pourra fournir une eau potable en quantité suffisante.

- * Il serait préférable que le puits n'ait pas de joint, en utilisant par exemple des tuyaux de ponceaux (calvette) de 6 mètres. Si on utilise des tuiles de ciment, le joint entre elles doit être étanchéifié avec du caoutchouc.

- * On doit mettre une plate-forme et un collet imperméables autour du puits.

- * Des analyses fréquentes de l'eau sont nécessaires avec ce type de puits. (Voir section sur la désinfection)

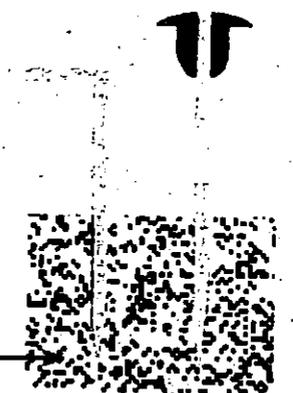


Les Puits de Surface dans le sable

Le sable est un filtre naturel pour les bactéries. Pour qu'il joue bien son rôle il faut:

- 1) empêcher l'eau de surface d'atteindre le tubage: elle pourrait descendre entre le sable et le tubage sans être filtrée. S'il s'agit d'une pointe filtrante, on peut voir à ce que le tuyau reste souterrain jusque sous la maison; si le tubage sort de terre on doit rendre étanche le joint entre le puits et le sol.
- 2) que le puits soit assez profond.
- 3) respecter les distances des sources de contamination.

Eau dans le sable.



Pointe filtrante dans le sable

Qu'est-ce que la contamination bactériologique

Certaines bactéries (les coliformes) servent à savoir s'il y a présence possible de bactéries pouvant rendre malade.

On les distingue en 2 groupes.

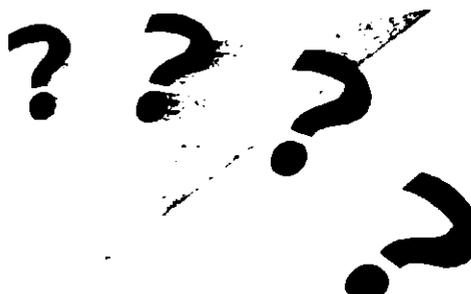
- Les **coliformes totaux** donnent une idée de la qualité bactériologique générale de l'eau.
- Les **coliformes fécaux** permettent de savoir s'il y a eu une contamination fécale.

Une eau potable devrait avoir les qualités suivantes:

- aucun coliforme fécal
- pas plus de 10 coliformes totaux par 100 ml d'eau.

Les périodes les plus à risque pour la contamination sont celles où il y a de fortes accumulations de pluie en été, ce qui se produit en général en juillet-août. En plus d'un échantillon dans cette période on devrait préférentiellement en prendre aussi un au printemps et un autre à l'automne.

Les analyses doivent être faites par un laboratoire accrédité pour l'eau potable. Actuellement il y en a deux en Abitibi-Témiscamingue, soit le Centre Hospitalier de Val-d'Or et le Centre Hospitalier d'Amos.



La désinfection du puits

Si votre puits est contaminé, ou tout simplement par mesure préventive, vous pouvez le désinfecter.

Si possible, brossez les parois du puits pour y enlever les particules adhérentes.

Versez ensuite de l'eau de javel dans le puits à raison de 1 litre par 1 000 litres d'eau, par exemple:

Profondeur d'eau (mètre) (pied)	Diamètre (cm) (pied)	Eau de javel 5% (litre, gallon)
(3 m) (10 pi)	(9 cm) (3 pi)	(2 L) (0,5 gal.)
(60 m) (200 pi)	(15 cm) (0,5 pi)	(1,1 L) (0,25 gal.)

Mélangez l'eau de javel avec l'eau du puits si possible. Démarrez la pompe et ouvrez tous les robinets; laissez couler jusqu'à ce que l'odeur du chlore soit perceptible. Fermez tout et laissez reposer 24 heures. Puis laissez l'eau couler jusqu'à ce que l'odeur de chlore disparaisse.

De nouvelles analyses devraient être reprises si le puits était fortement contaminé avant la désinfection.

ANNEXE X

DONNÉES BRUTES DES RÉSULTATS DU LABORATOIRE ET DES CARACTÉRISTIQUES DES PUITIS

Gr	no	type	diam	profondeur	couv	age	tuile	enterr	ecoul	pente	tete	tubage	source	sol typ	septiq	puisard	epur	evac	egout	animal	fumier
		1=art.	(cm)	(m)	1=oui	(année)	1=oui	1=oui	2=vers	(m/m)	1=oui	1=oui	1=oui	3.5	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1A	1	1	X	X	2	50	2	1	3	0	2	2	2	1	*	X	X	X	*	X	X
1A	2	2	61	8.7	2	30	1	2	3	0	2	1	2	1	X	18	X	X	25	X	X
1A	3	1	5	X	2	17	2	1	3	0.03	2	2	1	1	14	X	31	X	X	X	X
1A	4	2	80	6	2	14	2	2	3	0.03	2	2	2	1	20	X	X	28	*	15	X
1A	5	2	61	3.7	2	15	2	2	1	X	2	2	1	1	7	20	10	30	18	X	X
1A	6	2	91	6.1	2	11	1	2	3	0.07	2	1	1	1	35	X	35	X	X	X	X
1A	7	2	122	4.57	1	20	1	2	1	X	2	1	2	1	29	X	X	X	40	X	X
1A	8	2	91	3.05	9	2	2	2	2	0.03	1	2		1	*	*	*	X	X	X	X
1A	9	2	91	3.45	2	7	1	2	3	0	2	1	1	1	*	X	*	X	X	X	X
1A	10	2	91	5	1	10	1	2	3	0	2	1	1	1	*	*	*	X	*	*	X
1A	11	2	47	7.32	2	16	2	2	2	0.12	2	2	2	1	23	X	29	X	X	*	X
1A	12	1	8	5.49	2	17	2	1	3	0	2	2	2	1	17	X	25	X	X	X	X
1A	13	1	5	59	2	9	2	2	3	0	2	2	2	1	15	X	20	X	*	X	X
1A	14	2	122	3.96	1	15	1	2	3	0.05	2	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1A	15	2	91	5.18	2	X	1	2	1	X	2	1	2	1	*	X	X	X	*	X	X
1B	1	2	91	3	1	54	1	2	3	0.67	2	1	2	1	X	X	X	X	21	X	X
1B	2	1	5	4.8	2	3	2	2	3	0.02	2	2	2	1	31	X	*	X	X	X	X
1B	3	3	91	4.27	2	10	1	2	1	X	1	1	2	2	*	X	*	X	X	X	X
1B	4	2	91	5.49	1	44	1	2	1	X	9	1	2	1	X	X	X	X	X	X	X
1B	5	2	91	3.96	2	34	1	2	3	0.05	1	1	2	1	X	X	X	X	X	X	X
1B	6	3	91	2.5	1	3	1	2	3	0.03	2	1	2	2	*	X	*	X	X	X	X
1B	7	1	15	10.7	2	4	2	1	2	0.05	2	2	1	1	18	X	23	X	X	X	X
1B	8	2	9	4.88	2	X	2	2	1	0.04	1	X		2	1	44	X	*	X	X	X
1B	9	3	23	4.27	2	X	2	2	3	0.02	1	2	2	2	18	X	X	X	>30	X	X
1B	10	1	8	18.3	1	1	2	1	3	0.03	9	2	2	1	34	X	*	X	X	*	*
1B	11	3	122	5.18	1	1	1	2	3	0.33	2	1	2	2	*	X	*	X	X	X	X
1B	12	1	7	61	1	2	2	1	3	0.1	2	2	1	1	15	X	30	X	X	X	X
1B	13	X	5	X	1	15	9	1	3	0.26	9	9	2	1	28	X	28	X	X	X	X
1B	14	2	91	7	2	15	1	2	3	X	1	1	2	2	17	X	23	X	X	X	X
1C	1	2	91	3.66	2	20	1	2	3	0	2	1	1	1	*	X	*	X	X	X	X
1C	2	1	5	23	2	50	2	1	3	X	2	2	2	1	*	X	*	X	50	120	120
1C	3	2	91	4.5	2	11	1	2	1	X	2	1	2	1	13	X	18	X	X	X	X
1C	4	2	91	3.66	2	14	1	2	2	0.11	2	1	2	1	*	X	*	X	*	120	120
1C	5	1	5	X	1	50	2	2	3	0.03	2	1	1	1	14	X	12	X	X	X	X
1C	6	3	91	4.57	2	20	2	1	1	X	1	9	2	1	7	X	X	XX	39	*	*
1C	7	2	71	1.8	1	12	1	2	X	X	X	1	1	1	*	X	*	X	X	X	X
1C	8	1	6	52.4	1	5	1	2	3	0	2	1	2	2	12	X	20	X	X	X	X
1C	9	2	91	2.44	2	18	1	2	3	0	Page 1	1	2	1	8	X	16	X	X	X	X

Grno	type	diam	profondeur	couv	age	tuile	enterr	ecoul	pente	tete	tubage	source	sol typ	septiq	puisard	epur	evac	egout	anima	fumier	
	1=art,	(cm)	(m)	1=oui	(année	1=oui	1=oui	2=vers	(m/m)	1=oui	1=oui	1=oui	3.5	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1C	10	2	121	1.8	2	40	9	1	3	0	2	1	1	1	X	*	X	X	*	X	X
1C	11	2	138	1.06	1	15	2	2	2	0.18	2	2	1	1	*	X	*	X	X	X	X
1C	12	1	8	32	2	6	1	1	3	0	2	2	2	1	21	X	X	X	*	X	X
1C	13	1	4	38.1	2	15	2	1	3	0	2	2	2	1	32	X	37	X	39	9.5	*
1C	14	1	5	21.3	2	10	2	1	3	0	2	2	2	1	5	X	14	X	X	X	X
1C	15	1	5	38	1	35	2	1	3	0	2	2	1	1	*	X	*	X	X	X	X
1D	2	2	91	6	2	40	1	2	2	0.3	1	1	2	1	X	X	X	X	*	X	X
1D	3	2	120	10.7	2	10	2	2	2	0.13	1	1	2	1	26	X	31	X	X	X	X
1D	4	1	X	X	2	X	2	1	3	0.01	2	2	2	1	6	X	X	X	21	X	X
1D	6	2	91	4.9	2	9	1	2	1	X	1	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1D	7	1	15	105	1	18	2	2	1	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1D	8	2	160	3	2	54	2	2	2	0.33	1	9	1	1	*	X	*	X	X	X	X
1D	9	2	X	X	X	X	2	1	1	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1D	10	1	5	76.2	2	30	2	1	1	X	2	2	2	2	21	X	21	X	X	X	X
1D	11	1	5	25.9	2	10	2	1	3	0.03	2	2	2	1	24	X	26	X	X	X	X
1D	12	2	122	6	2	6	1	2	3	0.17	1	1	2	1	12	X	X	X	25	X	X
1D	13	1	15	54.9	X	10	2	1	3	0.01	2	2	1	1	>30	X	>30	X	X	X	X
1D	14	2	183	4	1	13	1	2	1	X	1	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1D	15	2	91	3.66	2	7	1	2	2	0.06	2	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1D	16	1	15	5.18	1	14	2	2	2	0.03	2	2	2	1	15	X	X	X	25	X	X
1E	1	2	121	6.1	1	15	9	2	3	0	2	9	2	1	22	X	27	X	X	X	X
1E	2	1	20	46	2	3	2	1	3	0	2	2	2	1	24	X	*	X	X	X	X
1E	3	1	5	14	1	7	2	1	3	0.1	2	2	2	1	16	X	X	21	X	X	X
1E	4	1	15	67.1	1	20	2	2	3	0	2	2	2	1	30.5	X	*	X	X	X	X
1E	5	2	91	2.44	1	14	1	2	2	0.27	2	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1E	6	2	206	1.83	1	30	2	2	3	0	2	1	2	1	*	X	X	X	*	X	X
1E	7	2	81	7	1	13	1	2	3	0	2	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1E	8	1	15	86	1	3	2	2	1	X	2	2	2	1	17	X	19	X	X	X	X
1E	9	2	91	4.57	2	20	1	2	3	0	2	1	2	1	25	X	X	X	35	X	X
1E	10	1	15	91.4	1	3	2	2	3	0.03	2	2	2	1	18	X	22	X	X	X	X
1E	11	2	61	6.1	1	15	1	2	3	0	2	1	2	1	20	X	*	X	*	X	X
1E	12	2	91	4.5	2	2	1	2	1	0.07	2	1	1	1	*	X	*	X	*	X	X
1E	13	2	91	4.7	2	34	1	2	3	0.05	2	1	1	1	33	X	21	X	X	X	X
1E	14	1	15	91.4	1	7	2	2	3	0	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
1E	15	2	61	5.18	2	7	1	2	3	0	1	1	2	1	17	X	21	X	X	X	X
1F	1	3	76	X	2	25	2	1	1	X	2	2	2	2	21	X	23	X	X	X	X
1F	2	3	3.2	18.3	2	2	2	1	3	0.02	2	2	2	2	*	X	*	X	X	X	X
1F	3	1	10	122	1	1	1	2	2	0.14	Page 2	2	2	1	X	X	X	X	35	X	X

Grc	no	type	diam	profonde	couv	age	tuile	enterr	ecoul	pente	tete	tubage	source	sol typ	septiq	puisard	epur	evac	egout	anima	fumier	
		1=art.	(cm)	(m)	1=oui	(année)	1=oui	1=oui	2=vers	(m/m)	1=oui	1=oui	1=oui	3.5	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1F	4									0												
1F	5	2	3.2	6.4	2	44	2	1	2	0.51	2	2	1	1	21	X	24	X	X	X	X	
1F	6	1	3.2	X	1	30	2	1	X	X	2	2	1	1	*	X	*	X	X	23	26	
1F	7	1	15	30.5	1	9	2	2	3	0.11	2	2	2	1	X	X	X	X	*	*	*	
1F	8	1	5	18	2	X	1	1	1	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	16	*	
1F	9	3	91	2.74	2	X	1	2	2	0.2	1	1	1	2	21	X	23	X	X	X	X	
1F	10	1	3.2	116	1	1	2	2	2	0.03	2	2	X	1	*	X	*	X	X	X	X	
1F	11	1	X	24.4	1	X	2	2	1	X	2	2	2	1	21	X	23	X	X	X	X	
1F	12	2	102	2.5	2	50	2	2	2	0.03	1	1	2	1	X	*	X	X	X	X	X	
1F	13	2	138	6.1	2	40	2	2	1	X	1	9	2	1	17	X	X	X	26	X	X	
1F	14	3	3.1	15.3	2	8	2	1	3	0.01	2	2	2	2	18	X	18	X	X	X	X	
1F	15	3	3.1		2	6	2	1	3	0.15	2	2	2	2	*	X	*	X	X	X	X	
2A	1	2	91	7.6	2	30	1	2	1	X	1	1	2	1	*	X	*	X	*	X	X	
2A	2	1	25	16.5	1	3	2	2	3	0	2	2	2	1	X	X	X	X	24	X	X	
2A	3	1	5	45.7	2	15	2	1	3	0	2	2	2	1	X	X	X	X	*	X	X	
2A	4	2	137	1.22	1	3	1	2	3	0.13	2	2	1	1	17	X	19	X	X	X	X	
2A	5	1	5	83.8	1	19	2	2	3	0	2	2	2	1	X	29	X	X	33	13	*	
2A	6	1	4	87	2	31	2	1	3	0.06	2	2	2	1	38	X	*	X	X	X	X	
2A	7	1	110	1.4	2	20	2	2	3	0.04	2	1	2	1	22	X	24	X	25	X	X	
2A	8	1	17	76.2	1	1	2	2	3	0.08	2	2	2	1	5	X	12	X	*	X	X	
2A	9	2	91	4.9	2	5	1	2	3	0.05	1	1	2	1	X	33	X	X	X	8.5	40	
2A	10	2	60	3	2	40	1	2	3	0	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X	
2A	11	1	5	11	2	31	2	1	2	0.09	2	2	1	1	11	X	X	X	15.6	X	X	
2A	12	1	15	91	2	5	2	2	3	0	2	2	2	1	11	X	14	X	X	X	X	
2A	13	1	15	32.6	2	5	2	1	3	0	2	2	2	1	13	X	14	X	*	*	X	
2A	14	1	15	X	1	5	2	2	3	0.03	2	2	2	1	27	X	*	X	X	X	X	
2A	15	2	91	3.2	2	34	1	1	3	0	2	1	1	1	17	X	X	X	18	X	X	
2B	1	1	5	45.7	2	20	2	1	3	0.01	2	2	2	1	>30	X	>30	X	X	X	X	
2B	2	2	X	x	2	1	2	2	3	0.03	1	X	2	1	*	X	*	X	X	X	X	
2B	3	2	91	4.27	2	10	1	2	2	0.1	1	1	2	1	20	X	X	X	X	X	X	
2B	4	2	91	3	2	50	1	2	1	X	1	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X	
2B	5	2	102	3.05	1	30	2	2	X	X	2	1	2	1	X	X	X	X	X	X	X	
2B	6	1	15	22.5	2	20	2	1	1	X	9	2	2	1	15	x	15	x	x	x	x	
2B	7	2	122	4	2	40	1	2	2	0.05	1	1	1	1	27	X	*	X	X	X	X	
2B	8	1	15	47	1	4	2	2	1	X	2	2	2	2	16	X	19	X	X	X	X	
2B	9	1	5	36	2	3	2	1	3	0.05	2	2	2	2	*	X	*	X	X	X	X	
2B	10	1	5	32	1	8	2	2	3	0.07	2	2	2	2	*	X	*	X	X	X	X	
2B	11	1	15	23	2	3	2	1	3	0.02	Page 3	2	2	2	15	X	X	X	X	X	X	

Gr	no	type	diam	profondeur	couv	age	tuile	enterr	ecoul	pen	tete	tubage	source	sol typ	septiq	puisard	epur	evac	egout	anima	fumier
		1=art.	(cm)	(m)	1=oui	(année)	1=oui	1=oui	2=vers	(m/m)	1=oui	1=oui	1=oui	3.5	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
2B	12	3	10	5.8	2	1	2	2	2	0.05	1	2	2	2	10	X	20	X	X	X	X
2B	13	2	91	4.5	2	40	1	2	1	0.1	1	1	2	1	X	X	X	X	*	X	X
2B	14	1	5	40	1	8	2	2	3	0.05	2	2	2	1	9	X	26	X	X	X	X
2C	1	2	91	4.88	1	9	1	2	3	0	2	1	9	1	*	X	*	X	31	*	*
2C	2	1	15	120	1	5	2	2	1	0	2	2	2	1	20	X	22	X	X	X	X
2C	3	2	91	4.27	2	22	1	2	2	0	2	1	1	1	*	X	X	X	37	X	X
2C	4	1	7.6	107	1	1	2	1	3	0	2	2	2	1	21	X	21	X	X	X	X
2C	5	1	5	X	2	15	2	1	X	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2C	6	1	15	30	2	14	2	2	3	0	2	2	1	1	12	XX	23	X	X	25	*
2C	7	2	86	91	2	15	2	2	3	0.27	2	2	1	1	*	X	*	X	X	X	X
2C	8	1	5	X	2	25	2	1	3	0	2	9	2	1	17	X	15	X	X	X	X
2C	9	1	3	27	2	12	2	1	3	0.05	1	2	2	1	29	X	22	X	*	X	X
2C	10	1	5	16	2	16	2	1	3	0	2	2	2	1	11	X	33	X	*	X	X
2C	11	2	91	4.9	2	50	1	2	1	X	1	1	2	1	31	X	*	X	X	X	X
2C	12	2	137	2.44	1	8	2	2	1	X	2	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2C	13	1	3	22.9	1	20	2	1	3	0	2	2	2	1	28	X	34	X	X	X	X
2C	14	1	5	53.6	1	20	2	1	3	0.06	2	2	1	1	20	X	X	26	X	X	*
2C	15	2	91	5	1	54	2	2	3	0.08	2	1	2	1	*	X	X	X	*	X	X
2D	1	1	3.8	61	1	5	2	1	3	0.07	2	2	2	1	X	X	X	X	*	X	X
2D	2	1	X	45.7	1	15	2	1	1	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2D	3	1	15	82	1	3	2	1	1	X	2	2	2	1	22	X	X	X	X	X	X
2D	5	1	X	22.9	2	X	2	1	1	X	2	2	2	1	X	X	X	X	*	21	X
2D	6	2	91	5.8	1	12	1	2	3	0.04	1	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2D	7	2	91	3.05	1	40	1	2	1	X	2	1	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2D	8	1	15	91.4	1	2	2	2	1	X	2	2	2	1	X	X	X	X	*	X	X
2D	9	2	122	9	1	X	2	2	3	0.17	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2D	10	2	5	6.4	1	3	2	2	3	0	2	2	2	1	X	X	*	X	*	X	X
2D	11	1	15	61	1	9	2	2	1	X	2	2	2	1	29	X	*	X	X	X	X
2D	12	1	8	25.9	1	15	2	2	2	0.25	2	2	2	1	21	X	26	X	X	X	X
2D	13	2	172	6	2	25	2	2	3	0.03	9	1	2	1	*	X	X	X	*	X	X
2D	14	1	15	9.14	1	2	2	2	1	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2D	15	2	91	6.1	2	X	1	2	3	0.02	1	1	2	1	X	16	X	X	X	X	X
2D	16	1	X	36.6	2	50	2	1	1	0.1	9	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2D	17	2	91	5	2	0.1	1	2	1	X	1	1	2	1	*	x	x	x	*	x	x
2E	1	2	122	6.1	1	18	1	2	3	0	1	1	2	1	25	X	26	X	X	X	X
2E	2	2	91	6.1	2	11	1	2	3	0	2	1	2	1	28	X	29	X	X	X	X
2E	3	1	15	46	2	10	2	2	3	0	2	2	2	1	19	X	12	X	20	X	X
2E	4	1	15	101	1	3	2	2	3	0	Page 4	2	2	1	33	X	*	X	X	X	X

Gr no	type	diam 1=art, (cm)	profondeu (m)	couv 1=oui	age (année)	tuile 1=oui	enterr 1=oui	ecoul 2=vers	pente (m/m)	tete 1=oui	tubage 1=oui	source 1=oui	sol typ 3.5	septiq (m)	puisard (m)	epur (m)	evac (m)	egout (m)	anima (m)	fumier (m)	
2E	5	2	76	6.1	1	22	1	2	3	0.03	2	2	2	1	13	X	15	X	X	X	X
2E	6	1	15	91.4	1	3	2	2	3	0	2	2	2	1	20	X	23	X	X	X	X
2E	7	1	15	45.7	2	7	2	2	2	0.04	2	1	2	1	18	X	25	X	X	X	X
2E	8	1	15	47.2	1	7	2	2	3	0	2	2	2	1	28	X	29	X	X	X	X
2E	9	2	91	6.1	2	18	1	2	3	0	2	1	2	1	17	X	18	X	X	X	X
2E	10	2	107	2.44	2	10	1	2	1	X	2	1	1	1	34	X	36	X	X	X	X
2E	11	2	91	4.88	1	7	1	2	3	0	1	1	2	1	16	X	36	X	X	X	X
2E	12	1	6	9.1	1	10	2	2	3	0	2	2	2	1	19	X	X	24	X	X	X
2E	13	2	91	3.66	2	20	2	2	3	0	2	1	2	1	X	X	X	X	*	X	X
2E	14	1	20	38	1	7	2	2	3	0	2	2	2	1	10	X	14	X	X	X	X
2F	1	3	5	5	2	3	2	1	3	0.02	2	2	2	2	10	X	20	X	X	X	X
2F	2	3	5	5	2	3	2	1	3	0.02	2	2	2	2	15	X	25	X	X	X	X
2F	3	3	5	2.7	2	1	2	2	X	X	2	2	2	2	9	X	18	X	X	X	X
2F	4	3	3.8	4.27	2	25	2	1	1	0.33	2	2	2	2	29	X	*	X	X	X	X
2F	5	3	5	4.5	2	3	2	1	3	0.12	2	2	2	2	17	X	21	X	X	X	X
2F	6	3	3.8	5.49	2	5	2	1	1	X	2	2	2	2	20	X	21	X	X	X	X
2F	8	1	5	30	2	20	2	1	1	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2F	9	1	15	27.4	1	1	2	2	2	0.02	2	2	2	1	X	X	X	X	*	*	*
2F	10	1	5	136	1	6	2	2	1	X	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2F	11	2	91	3.96	2	15	1	2	3	0.05	2	1	2	1	X	X	X	X	20	*	*
2F	12	1	152	35.1	1	5	2	2	3	0.01	2	2	2	1	*	X	*	X	X	X	X
2F	13	3	51	3	1	14	1	2	3	0.03	2	1	2	2	26	X	28	X	X	X	X
2F	14	3	81	6	2	3	1	2	1	X	1	1	2	2	*	X	*	X	X	X	X
2F	15	3	3.25	9	2	1	2	1	3	0	2	2	2	2	*	X	*	X	X	X	X
2F	16	3	5	4	2	4	2	1	3	0.01	2	2	2	2	10	X	*	X	X	X	X

Qty	No	Typ	C.1	C.11	C1	c123	C.12	C.12	C2	c123	C.13	C.13	C3	c123	C.14	C.14	C4	c123	C.15	C.15	C5	c123	C.16	C.16	C6	c123	C.17	C.17	C7	c123	C.18	C.18	C8	c123	C.19	C.19	C9	c123	C.20	C.20	C10	c123	C.21	C.21	C.21						
1E	7	2	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
1E	8	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
1E	9	2	0	0	0		0	3	0		0	10	1	3		0	0	0		0	0	0		0	7	0		0	1	1	3		0	20	1	2		0	21	1	2		0	4	1	1		0	0	0	
1E	10	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	0		0	1	0		0	44	1	2		0	4	1	3		0	4	1	3		
1E	11	2	0	100	1	2		0	2	1	3		0	28	1	2		0	0	0		0	0	0		3	200	1	1		0	200	1	2		0	33	1	2		45	200	1	1		0	200	1	2		
1E	12	2	0	100	1	2		0	1	1	3		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	78	1	2	1		0	0	0		0	1	0		0	100	1	2		0	100	1	2				
1E	13	2	0	11	1	2		0	2	1	3		0	0	0		0	12	1	2	1		0	0	0		1	0	0	0		0	100	1	2		0	0	0		0	0	0		0	0	0				
1E	14	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	0		1	0	0	0		0	20	1	2		0	0	0		0	33	1	2		
1E	15	2	0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	0		0	0	0		0	2	0		0	0	0		0	0	0				
1F	1	3	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	48	1	2		0	0	0		0	0	0		0	10	0		0	0	0	
1F	2	3	0	4	0		0	1	1	3		0	72	1	2		0	0	0		0	0	0		0	2	0		0	1	1	3		0	2	1	3		0	0	0		0	1	0		0	2	1	3	
1F	3	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	1	0	
1F	4	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		
1F	5	2	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
1F	6	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
1F	7	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
1F	8	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	4	1	2		0	0	0		1	1	1	1		0	0	0		0	1	0		0	0	0
1F	9	3	0	47	1	2		0	4	1	3		14	88	1	1	1		0	0	0		0	0	0		0	1	1	1		0	21	1	2		0	84	1	2		1	26	1	1		0	13	1	2	
1F	10	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	4	1	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
1F	11	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
1F	12	2	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
1F	13	2	0	1	0		0	1	1	3		0	7	1	3		0	2	1	3	1		0	7	1	3		0	8	1	3		0	8	1	3		0	16	1	2		0	8	1	3		0	0	0	
1F	14	3	X	X	X		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	100	1	2		0	200	1	2
1F	15	3	X	X	X		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	1	2	0	100	1	2		0	0	0		0	0		1	0	0	0		1	17	100	1	1	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	2	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	100	1	2		0	17	1	2
2A	3	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	4	2	0	2	1	2		0	2	1	3	1		0	0	0		1	0	2	0		1	0	1	1	3		0	0	0		1	58	1	1		0	94	1	2		24	67	1	1		0	0	0	
2A	5	1	0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	6	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	7	1	0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	8	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	9	2	0	100	1	2		0	0	0		0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	1	200	1	1		0	0	0		0	0	0		0	0	0
2A	10	2	X	X	X		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
2A	11	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
2A	12	1	0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	13	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	14	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2A	15	2	0	0	0		0	1	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2B	1	1	0	0	0		0	0	0		0	0	0		X	X			0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0		
2B	2	2	X	X	X		0	0	0		0	21	1	2		0	2	1	3		0	1	1	3		X	X	X		1	14	1	1		2	72	1	1		0	0	0		X	X	X		0	0	0	
2B	3	2	0	0	0		0	0	0		0	27	1	1		0	42	1	2		0	20	1	2																											

BIBLIOGRAPHIE

ALLEN, M.J. et E.E Geldreich, «Bacteriological criteria for groundwater quality» : Ground Water 13 (janvier 1975), 45 - 52.

APRIL, Nicole et al., «La qualité de l'eau potable à l'île d'Orléans» : Sciences et techniques de l'eau 25 : 1 (février 1992), 57-62.

BONIN, Lucie, Nicole APRIL et Pierre GOSSELIN, Présentation des résultats préliminaires de l'étude descriptive des cas de gastro-entérite à l'île d'Orléans (surveillance communautaire), DSC Hôpital de l'Enfant-Jésus, avril 1990, 75 p.

CLIVER, Dean O. et Ruth A. Newman (éds.), Drinking Water Microbiology, Committee on the challenges of modern society (NATO/CCMS), CCMS #128.

COMITÉ DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CSE), Daniel G. Bolduc, Bilan des maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de la santé publique du Québec en 1991 et 1992, Comité de santé environnementale du Québec, Sainte-Foy, juillet 1994, 11 p.

CONTANDRIOPOULOS, André-Pierre et al., Savoir préparer une recherche, Groupe de recherche interdisciplinaire en santé, Université de Montréal, septembre 1989, 178 p.

CÔTÉ, Denis, «Problématique de la contamination de la nappe phréatique par lessivage de l'ammonium et des bactéries fécales des engrais de ferme» : Agrosol 7,1 (juillet 1994), 20 - 25.

FROBISHER, Martin et Robert FUERST, Microbiologie clinique, Éditions HRW, Anjou (Québec), 1976.

GELDREICH, Edwin E., «Microbiological Quality of Source Waters for Water Supply» in. : McFeters, Gordon A.(éd.), Drinking Water Microbiology, Progress and Recent Developments, Springer-Verlag, New-York, 1990.

GERBA, Charles P. et Gabriel Bitton, Microbial pollutants : their survival and transport pattern to groundwater in : Bitton, Gabriel et Charles P. Gerba (eds.), Groundwater pollution microbiology, John Wiley & sons, New-York, 1984.

GIRARD, Chantai, Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, Direction de la recherche et de l'évaluation, La population et les ménages de la région de l'Abitibi-Témiscamingue, Rouyn-Noranda, juin 1993.

GOVERNEMENT DU QUÉBEC, Règlement sur l'eau potable, [c. Q-2, r. 4.1].

HASLAY, C. et H. Leclerc, Microbiologie des eaux d'alimentation, Tec & doc, Paris.

LAST, John M. et Robert B. Wallace (éds.), Maxcy-Rosenau-Last Public Health & Preventive Medicine, 13e éd., Appleton & Lange, Norwalk (Connecticut, USA), 1992, 1257 p.

MCFETERS, Gordon A.(éd.), Drinking Water Microbiology. Progress and Recent Developments, Springer-Verlag, New-York, 1990.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, Banque de données hydrogéologiques, (à partir de 1972).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, DIRECTION GÉNÉRALE DE QUÉBEC, SERVICE MUNICIPAL ET HYDRIQUE, Étude sur la qualité de l'eau potable à l'île d'Orléans, Rapport synthèse, juin 1990, révisé en juillet 1991, 6 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, Système domestique d'approvisionnement d'eau. Le puits, Ministère de l'environnement, 1991, 19p. Envirodoq EN 910063 EPC/6/3.

PARADIS, Daniel, Pierre J. BERNIER et Patrick LEVALLOIS, Qualité de l'eau souterraine dans la MRC de Portneuf, Ministère de l'environnement, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, DSC du Centre Hospitalier de l'Université Laval, septembre 1991, 13 p., Envirodoq En910417.

PECHÈRE, Jean-Claude et al., Reconnaître, comprendre, traiter les infections, 3e édition, Edisem, Saint-Hyacinthe (Québec), 1991.

ROBITAILLE, Patricia, DSC Hôpital de l'Enfant-Jésus, MENVIQ bureau régional 03, Plan d'étude de la contamination de l'eau potable sur l'île d'Orléans et de son impact sur la santé, 1989.

SIMARD, Georges et Roger Desrosiers, Qualité des eaux souterraines du Québec, Service des eaux souterraines, ministère de l'Environnement, Québec, 1980, 161 p.

SMITH, Stuart A., Methods for Monitoring Iron and Manganese Biofouling in Water Wells, American Water Works Association, Denver (Colorado, USA), 1992, 96 p.

SOUS-COMITÉ FÉDÉRAL-PROVINCIAL SUR L'EAU POTABLE, Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada 1978, pièces à l'appui, Ministère des Approvisionnements et Services, (Ottawa), 1982, 646 p. (et les mises à jour subséquentes).

SOUS-COMITÉ FÉDÉRAL PROVINCIAL SUR L'EAU POTABLE, Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Documentation à l'appui. Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, Ottawa, février 1991.

TABI, Marton et al., MAPAQ, Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec, région agricole no. 9, Abitibi-Témiscamingue, 1990 et TABI, Martin et al., MAPAQ, Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec. Rapport synthèse, 1990.

TOBIN, R.S. et W.J. Robertson, «Qualité microbiologique de l'eau potable : la perspective fédérale» : Sciences et techniques de l'eau, vol. 23, no.1, février 1990.

TOBIN, Richard S., «Criteria for the microbiological quality of well water in Canada» : Water Quality Bulletin, 14 (1989), 175-187.

Union québécoise pour la conservation de la nature (UQCN 1990), Profil environnemental des régions administratives du Québec, Environnement Canada, 1990, p. 8.12.

P 10,486 E-2950
Ex.2 Poissant, Louis-Marie
RRSSS Abitibi-Témiscamingue - DSP
La contamination bactériologique
des puits domestiques en Abitibi-
Témiscamingue

DATE

NOM

P 10,486

Ex.2



RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX

**ABITIBI-
TÉMISCAMINGUE**

1, 9^e RUE. ROUYN-NORANDA (QUÉBEC) J9X 2A9
TÉL.: (819) 764-3264 TÉLÉC.: (819) 797-1947